А.Ф.ЗАБНЕВ

ТОРПЕДНОЕ ОРУЖИЕ

А. Ф. ЗАБНЕВ

ТОРПЕДНОЕ ОРУЖИЕ

МОСКВА
ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1984

ББК 68.66
З-12
УДК 623.964.

Рецензент
капитан 1 ранга Г.М. Акопов

Забнев А. Ф.
З-12 Торпедное оружие. — М.: Воениздат, 1984. — 56 с.
20 к.

Научно популярная книга. Содержит сведения о развитии и боевом применении торпедного оружия, физических основах устройства и принципах действия торпед, методах торпедной стрельбы. В ней приводятся также данные о торпедных аппаратах и их носителях. Подготовлена по материалам открытых зарубежных и отечественных публикаций.
Рассчитана на старшин, матросов, допризывную молодежь.

З $\frac{1304040500 - 004}{068\ (02) - 85}$ 74 — 85

ББК 68.66
355.75

Александр Федорович Забнев
ТОРПЕДНОЕ ОРУЖИЕ

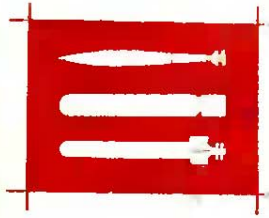
Редактор *Ю.П. Каранда*
Художник *Ю.И. Артюхов*
Художественный редактор *Н.Б. Попова*
Технический редактор *Л.Н. Подоляк*
Корректоры *Н.Ф. Отмахова, П.П. Белкова*

Набор выполнен *М.Н. Зиновьевой*
ИБ № 2543

Г-72161. Подписано к печати 28.5.84. (набор выполнен в издательстве).
Формат 60x90/16. Бумага офсетная № 1. Гарнитура шрифта Универси.
Печать офсетная. Печ.л. 31/2. Усл.печ.л. 3,5. Усл.кр.-отт. 7,44.
Уч.-изд.л. 4,74. Изд. № 9/3691 (6). Тираж 25 000 экз. Цена 20 к. Зак. В-284

Воениздат, 103160, Москва К-160
Отпечатано в 11 типографии МО

© Воениздат, 1984



Глава 1

ТОРПЕДЫ — СОВРЕМЕННОЕ БОЕВОЕ ОРУЖИЕ

ИЗ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ И БОЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ ТОРПЕД

Изобретение и последующее быстрое развитие торпед были обусловлены объективными историческими причинами. Длительное время в военно-морском флоте шло соревнование между средством активного воздействия на противника — артиллерией и средством защиты корабля от снаряда — броней. Калибр орудий быстро увеличивался, соответственно возрастала и толщина брони. В определенный момент броневая сталь благодаря своей толщине и высокому качеству стала трудно преодолимой для артиллерийского снаряда. В целях борьбы с броненосными кораблями требовалось новое оружие, способное доставлять к цели мощные боевые заряды. Таким оружием стали самодвижущиеся мины, впоследствии названные торпедами*.

Начиная с 70-х гг. прошлого столетия торпеды стали поступать на вооружение надводных кораблей, а в начале XX века — подводных лодок.

Идея применения торпед с катеров принадлежала С.О. Макарову**. Торпеда помещалась в специальной трубе, либо под килем катера, либо на буксируемом плотике. 14 (26) января 1878 г., во время русско-турецкой войны, два русских катера, выпустив по одной торпеде, потопили неприятельское сторожевое судно. Это было первое в истории успешное применение торпедного оружия.

Торпеды того времени имели дальность хода 600 м при скорости 6—7 уз***, длину 3,5 м, диаметр 350 мм, массу около 140 кг. В головной части помещалось до 8 кг взрывчатого вещества (ВВ). Гребной винт приводился во вращение двигателем, работавшим от сжатого воздуха. Из-за отсутствия приборов управления движением торпед точность попадания в цель была незначительной. Стрельбу можно было вести только с небольших дистанций. Это затрудняло применение нового оружия, так как атакующий, сблизившись с кораблем противника, неминуемо попадал под огонь его артиллерийских орудий.

С тех пор торпедное оружие непрерывно совершенствовалось. В конструкцию был введен парогазогенератор, в котором парогазовая смесь образовывалась путем сильного подогрева воздуха на пути к двигателю и впрыскивания в него пресной воды. Для подогрева использовался керосин. Такое техническое новшество значительно повысило экономичность двигателя. Увеличились скорость и дальность хода. Улучшилась управляемость по направлению и глубине. К началу первой мировой войны торпеды были признаны

* Конструктором первой в мире торпеды (1855) был талантливый русский изобретатель И.Ф. Александровский (1817—1894).

** С.О. Макаров (1849—1904) — флотоводец и ученый, вице-адмирал (1896).

*** 1 уз (узел) равняется одной морской миле в час (1,85 км/ч).

по значению вторым после артиллерии оружием и приняты на вооружение флотов почти всех вступивших в войну государств.

Дальность хода торпед составляла 6 км при скорости 29 уз и 3 км при скорости 39 уз. Габариты возросли: длина — до 5,5 м, диаметр — до 450 мм. Общая масса достигла 800 кг, масса заряда — 100 кг.

Улучшение тактико-технических характеристик торпед создало предпосылки для более широкого тактического разнообразия в их применении, вызвало необходимость создания специальных кораблей-носителей: миноносцев и торпедных катеров. В ходе войны торпеды стали применяться даже с самолетов. Подводные лодки, основным оружием которых были торпеды, выделились в самостоятельный класс боевых кораблей.

Итоги боевых действий на море в войне 1914—1918 гг. говорят о широких масштабах применения торпед. Потери от этого оружия составили 154 крупных надводных корабля (из общего числа уничтоженных — 198), в том числе 14 линкоров, 26 крейсеров и 36 эскадренных миноносцев. Торпедами потоплено также более 30 подводных лодок и свыше 600 транспортных судов.

Понеся заметный урон от торпед, корабли вынуждены были менять характер маневрирования. Появилось много нового в тактике ведения морского боя. В то же время у торпед выявился такой существенный недостаток, как следность. Ее газообразный пенистый след на поверхности легко обнаруживался, что давало атакованному кораблю возможность уклониться от удара. Кроме того, след торпеды, выпущенной с подводной лодки, позволял противнику определить местоположение последней и контратаковать ее.

В 20-х и особенно 30-х гг. во многих капиталистических странах широко развернулись научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, охватившие все виды морского оружия, в том числе торпедного. Были разработаны более мощные двигатели и увеличены запасы энергокомпонентов, благодаря чему скорость возросла до 45 уз, а дальность хода — до 7 км. Улучшение тактико-технических характеристик и укрупнение боевого заряда до 300 кг привели к увеличению диаметра торпеды до 533 мм.

К началу второй мировой войны торпеды стали еще более грозным средством ведения борьбы на море. В годы войны торпедное оружие было установлено на кораблях практически всех классов и типов. Для подводных лодок, торпедных катеров и самолетов-торпедоносцев торпеды являлись главным видом оружия.

Наряду с парогазовыми стали применяться бесследные электрические торпеды с дальностью хода 5 км при скорости 30 уз, а также торпеды с акустической системой самонаведения (СН) и неконтактным взрывателем (НВ). Подводные лодки, вооруженные такими торпедами и оснащенные новейшими по тому времени техническими средствами (гидроакустическими и радиолокационными станциями, системой беспузырной стрельбы), стали важнейшим видом сил военно-морского флота. Большую роль в изменении характере борьбы на море сыграла торпедоносная авиация (корабельная и наземного базирования). Благодаря хорошим маневренным качествам и высокой скорости хода в широких масштабах использовались торпедные катера. Повышение мореходности и оснащение радиолокационными средствами позволили катерам применять свое оружие не только в прибрежных районах, но и в открытом море.

Некоторые воюющие государства (Япония, Германия, Италия) пытались применять для поражения кораблей противника на стоянках и в базах торпеды, управляемые людьми. Некоторые виды торпед несли заряд ВВ (до 600 кг) в носовой части и две обыкновенные торпеды снаружи корпуса, другие — только заряд в носовой части (до 1550 кг). При взрыве торпеды управлявшие ею подводные диверсанты (один или два человека), как правило, погибали. Еще одна разновидность торпед была приспособлена для транспортирования к цели крупных зарядов ВВ. После закрепления заряда под днищем корабля диверсанты, пользуясь ходовой частью торпеды, удалялись на безопасное расстояние.

Итоги морских достижений в войне 1939—1945 гг. свидетельствуют о широких масштабах и большой эффективности применения торпед. Из 429 уничтоженных крупных боевых кораблей Англии, США и Японии торпедами подводных лодок, морской авиации и надводных кораблей было потоплено 158. Среди них 3 линейных корабля, 20 авианосцев, 27 крейсеров и 108 эскадренных миноносцев.

От общего числа потопленных транспортных судов воевавших государств на долю подводных лодок — основных носителей торпедного оружия — пришлось более 65%, авиации (в том числе торпедоносной) — около 20%, надводных кораблей — 6%.

Практически сразу же после окончания второй мировой войны империалистические государства во главе с США приступили к подготовке войны против Советского Союза и других социалистических стран. В военных доктринах западных государств, сколоченных в агрессивные военные блоки, важное место отводилось военно-морским флотам, в строительстве которых особое внимание уделялось средствам борьбы с подводными лодками. В этой связи активное развитие получили противолодочные силы, а торпедному оружию была придана противолодочная направленность.

В последующие годы, несмотря на оснащение флотов новейшим видом оружия — ракетно-ядерным, торпеды не только не утратили своего значения, но и приобрели еще больший вес. Торпедами вооружены корабли многоцелевого назначения, противолодочные корабли и противолодочная морская авиация. Торпеды стали составным элементом большинства противолодочных ракет и неотъемлемой частью современных морских мин. На новом этапе торпедное оружие достигло необычайно высокого совершенства и превратилось в одно из главных универсальных тактических средств подводного удара.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СОВРЕМЕННЫХ ТОРПЕДАХ

Современные торпеды предназначены в основном для поражения подводных лодок и надводных кораблей, но могут применяться также для разрушения гидротехнических и портовых сооружений. В настоящее время особое значение приобрели противолодочные торпеды, предназначенные для активной борьбы с подводными лодками, обладающими большими скоростями, значительными глубинами погружения и коротким временем пребывания в надводном положении. (Поражение подводных лодок каким-либо иным видом оружия затруднительно.) За рубежом разработаны образцы универсальных торпед, которые можно применять как против подводных лодок, так и против надводных кораблей.

Рис. 1. Общий вид торпеды: I — головное зарядное отделение, II — средняя часть, III — кормовая часть, IV — хвостовая часть, *1* — отсек с аппаратурой самонаведения, *2* — стабилизаторы; *3* — горизонтальный руль; *4* — вертикальный руль; *5* — гребные винты

Торпеды состоят на вооружении надводных кораблей, подводных лодок и самолетов (вертолетов). В военно-морских силах некоторых капиталистических государств они используются в качестве боевых частей противолодочных ракет (ракет-торпед) АСРОК (США), "Икара" (Австралия), МАЛАФОН (Франция). В американском флоте торпеды входят составными частями в противолодочные мины (мины-торпеды) "Кэптор". Кроме того, на конструктивной базе торпед разработаны самотранспортирующиеся мины СЛИМ и ложные самоходные цели Мк 30, имитирующие шумы и магнитные поля подводных лодок.

Конструктивное исполнение современных торпед в принципе одинаково. Цилиндрической формы корпус имеет закругленные носовые обводы и конусообразные кормовую и хвостовую части (рис. 1). В головной части корпуса, которая называется боевым зарядным отделением, размещены заряд взрывчатого вещества и взрыватели. В переднем отсеке головной части самонаводящихся торпед находится аппаратура самонаведения.

В средней и кормовой частях размещают источники энергии, двигатель и приборы систем управления движением. Хвостовая часть оканчивается движителем: гребными винтами или реактивным соплом. На хвостовой части крепятся стабилизирующие устройства, горизонтальные и вертикальные рули. Корпус торпед изготавливают из стали или алюминиевых сплавов, имеющих высокую удельную прочность. В некоторых образцах американских торпед корпус выполнен из стеклопластика.

Диаметр (калибр) торпед, принятых на вооружение флотов мира или находящихся в стадии разработки, — от 324 до 550 мм, однако наиболее распространены торпеды диаметром 324, 482 и 533 мм. Принято различать торпеды по их диаметру. Так, торпеды относительно малых диаметров называют малокалиберными или малогабаритными, больших диаметров — крупнокалиберными или тяжелыми. Длина иностранных торпед составляет 2,3—6,5 м, масса достигает 1500 кг и более.

Современные торпеды несут мощные заряды бризантных взрывчатых веществ (такие заряды называют обычными), некоторые образцы имеют ядерный заряд. Взрыв бризантного боевого заряда вызывается взрывателями.

Основные параметры торпеды, такие, как скорость, дальность и глубина хода, во многом определяются возможностями ее энергосиловой установки (ЭСУ). В зависимости от вида используемой ЭСУ торпеды подразделяются на тепловые (парогазовые), электрические и реактивные (рис. 2). В американской печати сообщалось о разработках торпед на ядерном топливе.

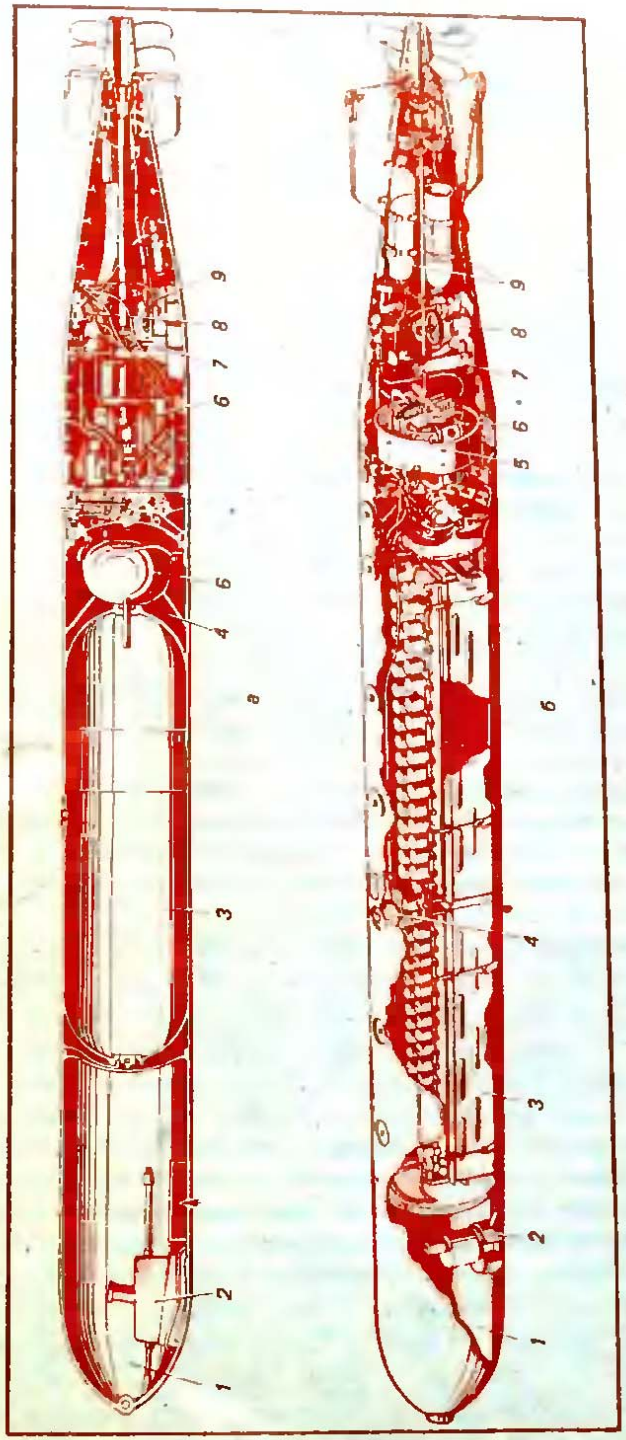


Рис. 2. Общие виды (в разрезе) торпед конца второй мировой войны:
а — **парогазовая:** *1* — заряд ВВ; *2* — взрыватель; *3* — воздушный резервуар; *4* — отсек для воды; *5* — топливный бачок; *6* — главная машина (турбина); *7* — гидростатический прибор; *8* — пусковое устройство (курок); *9* — гироскопический прибор; *б* — **электрическая:** *1* — заряд ВВ; *2* — взрыватель; *3* — аккумуляторные батареи; *4* — прибор для сжигания водорода; *5* — электродвигатель; *6* — пусковой контактор; *7* — гидростатический прибор; *8* — гироскопический прибор; *9* — воздушные баллоны

По принципу управления движением торпеды различают на автономно управляемые, телеуправляемые и самонаводящиеся. От вида используемой системы управления движением во многом зависит вероятность попадания торпед в цель.

В целях боевой подготовки вместо боевых торпед применяют их практические варианты или же торпеды, в которых боевое зарядное отделение (БЗО) заменено практическим зарядным отделением (ПЗО). Выстреленные практические торпеды и торпеды с ПЗО после прохождения установленной дистанции всплывают. Их вылавливают, а затем используют повторно.

Для выстреливания торпед, пуска ракет-торпед, сбрасывания торпед и мин-торпед с самолетов (вертолетов) в зависимости от типа носителя служат торпедные аппараты, пусковые (стартовые) установки, сбрасыватели и т.п. Для погрузки на носитель и выгрузки с него, перезаряжания и хранения используются специальные устройства и механизмы. Выработка данных для стрельбы осуществляется приборами управления торпедной стральбой или боевыми управляющими системами, устанавливаемыми на носителях.

Во всех случаях торпедные энергосиловые установки и системы управления движением включаются после входа торпед в воду. Движение торпед в сторону цели осуществляется по траекториям, задаваемым системами управления. При прохождении торпед на определенном расстоянии от цели срабатывают неконтактные взрыватели. Если взрыватели ударного действия, они срабатывают при ударе торпеды о цель. В результате взрыва боевого заряда происходит поражение цели.

Основным показателем каждого из образцов торпед считают эффективность его боевого применения (боевую эффективность), которая зависит от разрушительной силы боевого заряда, быстроты выработки данных, вводимых в торпеду, точности прицеливания, а также от скорости и точности доставки заряда к цели.

Важной характеристикой торпед является стоимость их серийного изготовления и эксплуатации в течение жизненного цикла (срока службы). Современные торпеды из-за усложнения конструкции стали значительно дороже по сравнению с торпедами периода второй мировой войны. Например, серийное изготовление одной боевой торпеды Мк 46, по данным зарубежных источников, стоит 40 тыс., NT-37C — 100 тыс., а Мк 48 — 360 тыс. долларов, в то время как в конце второй мировой войны стоимость изготовления торпеды не превышала 15 тыс. долларов. Стоимость практического выстрела торпедой Мк 37 превосходит 25 тыс. долларов. Эта сумма значительно снижается, если обеспечивается возможность многоразового применения торпеды. Так, стоимость одного выстрела торпедой NT-37C, позволяющей многократное использование, не правышает 1 тыс. долларов. Зарубежные конструкторы проблему снижения стоимости торпед стремятся разрешить без ущерба для надежности действия, а также простоты приготовления к выстрелу и технического обслуживания. Экономия средств является одной из причин сокращения числа одновременно разрабатываемых образцов.

Глава 2

БОЕВЫЕ СВОЙСТВА ТОРПЕД

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОДВОДНОГО ВЗРЫВА НА КОРАБЛЬ

Подводный взрыв — это сложное взаимодействие термо- и газодинамических процессов. При взрыве бризантное взрывчатое вещество за миллионные доли секунды переходит из твердого состояния в газообразное. Мгновенно возникает ударная волна, радиально распространяющаяся с огромной скоростью во все стороны, и образуется пузырь с газообразными продуктами, имеющими высокие температуру и давление. Ударная волна опережает распространение газообразных продуктов и уносит с собой почти половину всей энергии взрыва. Давление во фронте волны в начальный момент достигает нескольких сот тысяч атмосфер. По мере удаления волны от центра взрыва давление падает, скорость ее распространения уменьшается. Далее ударная волна переходит в акустическую и на больших расстояниях угасает. После ухода ударной волны остаточное давление в газовом пузыре заставляет его расширяться дальше. От этого прилегающие массы воды приходят в движение и поглощают часть образовавшейся тепловой энергии. Затем гидродинамические силы заставляют пузырь сжиматься до такого предела, при котором возникает вторичная ударная волна. Пузырь снова расширяется, затем сжимается и т.д. Пульсируя, пузырь быстро всплывает.

Если взрыв произошел на небольшой глубине, ударная волна вызывает на поверхности сильное пенообразование. Над местом взрыва поднимается водяной купол. При подходе газового пузыря к поверхности воды продукты взрыва прорываются в воздушное пространство и, смешиваясь с поднимаемыми пузырем водными массами, образуют кучевидный фонтан.

При взрыве вблизи поверхности воды часть энергии взрыва прорывается в воздушную среду и в ней рассеивается. При взрыве на большой глубине давление во фронте ударной волны до подхода к поверхности существенно снижается, а газообразные продукты пузыря растворяются в воде. Поэтому на поверхности ни купола, ни фонтана не возникает.

Водная среда в 800 раз плотнее воздуха, поэтому разрушительная сила подводного взрыва намного больше, чем сила взрыва, произведенного в воздухе. Эффективность воздействия подводного взрыва на корабль зависит от многих факторов, в том числе от массы и мощности заряда, глубины, на которой произведен взрыв, расстояния от корабля до взрываемого заряда и строительных характеристик корабля, подверженного воздействию взрыва.

Если взрыв заряда происходит в момент касания корабля (контактный взрыв), то на обшивку корпуса одновременно воздействуют сжатые газы и ударная волна. Основная энергия взрыва в этом случае направлена в сторону корабля, так как за его обшивкой находится легко сжимаемая воздушная среда, а во всем остальном пространстве, окружающем место взрыва, — малосжимаемая водная масса. Расширяющиеся с высоким внутренним давлением

газы дробят обшивку, разрушают корабельный набор, образуют рваную пробоину и устремляются через нее внутрь корабля, увеличивая зону разрушения. Удар газового пузыря дополняется воздействием ударной волны и спутного водяного потока.

При подводном взрыве вблизи корабля (неконтактный взрыв) на корпус воздействует сначала ударная волна, а затем движущаяся масса воды, получившая огромную кинетическую энергию от газового пузыря. При этом общее время воздействия взрыва на корабль увеличивается. В обшивке образуется пробоина (иногда большая по площади, чем при контактном взрыве). Помимо местных разрушений корпуса возможен и общий его изгиб, особенно сильный, если взрыв произошел под днищем корабля. Последующие пульсации газового пузыря и ударные волны приводят к увеличению изгиба корпуса, возрастанию напряжений в его продольных связях, что в свою очередь вызывает деформацию главных механизмов, гребных валов, различного оборудования и вооружения.

Разрушительное воздействие на корабли подводного взрыва ядерного заряда трудно представить и сравнить с воздействием взрыва бризантного ВВ. Данные, опубликованные за рубежом, дают об этом некоторое представление. Известно (из опыта второй мировой войны), что взрыв заряда бризантного взрывчатого вещества массой 150 кг (глубинной бомбы) поражает подводную лодку на расстоянии до 8 м, а массой 300 кг — до 10 м. Взрыв же ядерного заряда тротиловым эквивалентом 2,5 кт может уничтожить подводную лодку на расстоянии до 600 м. Взрыв заряда тротиловым эквивалентом 20 кт способен поразить подводную лодку на расстоянии 2 км, а такие цели, как авианосцы и крейсера, — на расстоянии до 700 м.

БОЕВОЙ ЗАРЯД И ВЗРЫВАТЕЛИ

Бризантные взрывчатые вещества, используемые в торпедах в качестве боевого заряда, представляют собой смеси или сплавы "чистых" взрывчатых веществ на основе тротила. Наибольшее распространение получили сплавы тротила с гексогеном. По сообщениям иностранной печати, в американских и английских торпедах в качестве заряда применяют сплавы Н-6 (тротиловый эквивалент 1,5) и торпекс (тротиловый эквивалент 1,7). В целях повышения мощности взрыва, в частности фугасного действия, в состав смеси вводят металлический порошок, например алюминий, а для снижения чувствительности к ударам и нагреву — специальные химические вещества, называемые флегматизаторами. В зарядное отделение взрывчатые вещества запивают, как правило, в расплавленном виде. Масса боевого заряда современных иностранных торпед достигает 300 кг и более.

Взрыв вещества боевого заряда происходит следующим образом. Вначале от легкого удара, накола или нагрева взрываются высокочувствительные инициирующие вещества, например гремучая ртуть, азид свинца, тенерес, тетразен, затем — менее чувствительные вещества типа тетрила. Тетрил инициирует детонацию основного взрывчатого вещества боевого заряда.

Инициирующие вещества называют первичным детонатором, менее чувствительные вещества — вторичным детонатором. Первичный и вторичный детонаторы составляют запальную принадлежность боевого заряда.

Взрыв запальной принадлежности вызывается взрывателями — ударного действия или неконтактными.

К взрывателям ударного действия относят лобовые и инерционные ударники, которые при ударе торпеды о цель срабатывают, накалывая первичные детонаторы иглами бойков. Некоторые другие типы ударников воспламеняют первичные детонаторы с помощью электронагревательного элемента.

Неконтактные взрыватели срабатывают при сближении торпед с целью на определенное расстояние. В этом случае на взрыватель воздействует не механический контакт с корпусом корабля, а одно из его физических полей.

Корабль имеет магнитное, электрическое, электромагнитное, акустическое и другие физические поля, которые могут быть восприняты соответствующей аппаратурой и использованы для подрыва боевого заряда торпеды. Поля кораблей условно подразделяют на первичные и вторичные. Первичные поля возбуждаются самим кораблем или возникают в результате его взаимодействия с окружающей средой, вторичные появляются в результате отражения, деформации и искажения кораблем внешних физических полей, в том числе искусственно созданных. В принципе для приведения в действие неконтактных взрывателей могут быть использованы все известные физические поля. Однако на практике без особых трудностей можно использовать пока только некоторые из них. Вид физического поля корабля и его параметр, на которые должна реагировать аппаратура, тщательно выбирают при создании взрывателя.

Аппаратура неконтактного взрывателя в момент движения торпеды вблизи корабля-цели воспринимает то поле, на которое она должна реагировать, и при достижении параметром определенной величины, называемой порогом срабатывания, выдает электрический импульс на запальное устройство. Первичный детонатор воспламеняется, и далее следует подрыв боевого заряда.

Основной характеристикой неконтактных взрывателей является дистанция срабатывания — наибольшее расстояние от корпуса корабля-цели, на котором взрыватель еще надежно срабатывает (дистанцию срабатывания иногда называют радиусом реагирования). Считается, что неконтактный взрыв в общем случае более разрушителен для корабля, чем контактный, и что его эффект возрастает при удалении центра взрыва от корабля до определенного в конкретных условиях расстояния, которое называется эффективным радиусом разрушения. При дальнейшем удалении эффект разрушения уменьшается и на расстоянии примерно двух эффективных радиусов становится эквивалентным эффекту разрушения при контактном взрыве. Поэтому дистанцию срабатывания неконтактных взрывателей принимают равной двум эффективным радиусам разрушения.

Неконтактные взрыватели могут быть пассивного и активного типа и применяться в сочетании с контактными.

Неконтактными взрывателями пассивного типа называют взрыватели, аппаратура которых реагирует на первичное поле корабля-цели. Первые образцы взрывателей этого типа были разработаны в расчете на магнитное поле корабля и поэтому назывались магнитными. Одни из них могли срабатывать от определенного абсолютного значения составляющих напряженности магнитного поля, другие — от изменения их во времени. Так как в качестве воспринимающего элемента в последних использовалась индукционная катушка, их называли еще индукционными. Наиболее распространены были взрыватели,

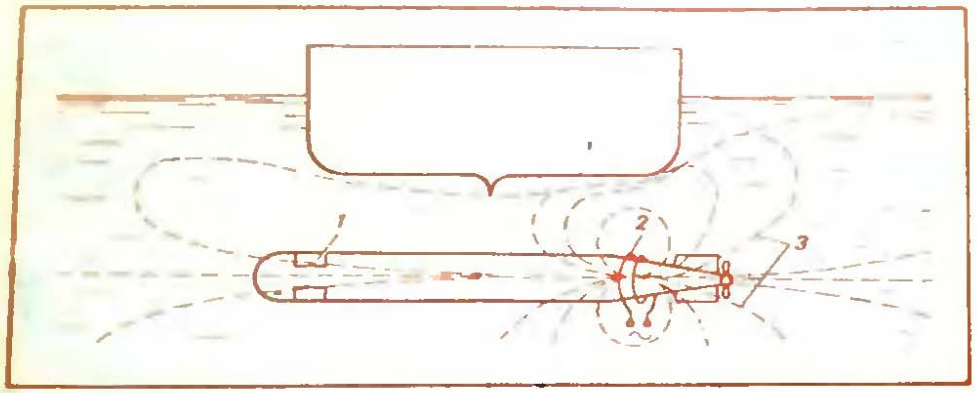


Рис. 3. Принцип действия активного электромагнитного взрывателя: *1* — приемная катушка; *2* — излучатель кольцевого типа; *3* — силовые линии поля

реагирующие на изменение горизонтальной составляющей магнитного поля корабля. Однако у этих взрывателей оказались существенные недостатки — чувствительность к воздействующим на них естественным или искусственным помехам и неспособность срабатывать под размагниченными кораблями.

Неконтактными взрывателями активного типа называют взрыватели, аппаратура которых реагирует на вторичное поле корабля-цели. По сообщениям иностранной печати, наиболее эффективны взрыватели, реагирующие на изменение электромагнитного поля торпеды (рис. 3).

Излучатель, расположенный на кормовой части торпеды, с помощью генератора переменного тока создает вокруг торпеды электромагнитное поле заданной (рабочей) частоты. Это поле воспринимается приемной катушкой, находящейся в боевом зарядном отделении. При сближении торпеды с кораблем от воздействия поля в его корпусе возникают вихревые токи, индуцирующие электромагнитное поле. Накладываясь на электромагнитное поле торпеды, индуцированное поле искажает его, и в приемной катушке взрывателя создается электродвижущая сила (ЭДС), которая затем преобразуется в импульс постоянного тока, поступающий на исполнительное реле. Срабатывая, реле замыкает накальную цепь запального устройства.

В электромагнитных взрывателях применяют излучатели кольцевого или стержневого типа. Излучатель кольцевого типа представляет собой катушку (соленоид) из толстого провода, размещенную по окружности кормовой части торпеды. Сердечником катушки в этом случае служит корпус торпеды. Излучатель стержневого типа представляет собой электромагнит с сердечником из трансформаторной стали и обмоткой из большого числа витков тонкого провода.

В зарубежной печати сообщалось, что в некоторых образцах торпед активный гидроакустический взрыватель работает по принципу эхо-локатора. Излучаемые им вертикально вверх акустические импульсы отражаются от поверхности моря и воспринимаются приемником в виде эхо-сигналов. Таким образом фиксируется глубина хода торпеды. В момент, когда торпеда оказывается под кораблем-целью, акустические импульсы отражаются от его днища. Изменение фиксированной глубины хода на величину осадки корабля вызывает срабатывание взрывателя.

Глава 3

ЭНЕРГОСИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ ТОРПЕД

СПЕЦИФИКА РАБОТЫ И СОСТАВ

Энергосиловая установка обеспечивает прохождение торпедой заданной дистанции с определенной скоростью. К торпедным ЭСУ предъявляется ряд специфических требований. Они должны работать без доступа атмосферного воздуха, под сильным давлением водной среды. Важные требования — минимальный уровень шума, кратчайшее время выхода на основной режим работы. ЭСУ практических (учебных) торпед должны обеспечивать их многоразовое применение при сохранении в допуске всех тактико-технических характеристик.

Торпедная энергосиловая установка включает в себя источник энергии, двигатель, движитель и пускорегулирующую аппаратуру. В двигателе происходит преобразование энергии источника в механическую работу движителя. Движитель работает по принципу отбрасывания какой-либо массы: гребной винт гонит назад забортную воду, реактивное сопло — собственное рабочее тело двигателя в виде струи газа или пара. Создаваемая при этом сила тяги сообщает торпеде поступательное движение.

Пускорегулирующая аппаратура запускает ЭСУ при входе торпеды в воду и автоматически регулирует ее работу в заданном режиме при движении торпеды на дистанции.

Основные эксплуатационные характеристики ЭСУ находятся в прямой зависимости от вида источника энергии и его энергоемкости. В качестве источников энергии обычно используются химические топлива и химические источники тока. Двигатели, в которых происходит преобразование тепловой энергии химического топлива в энергию вращения гребных винтов, называются тепловыми (парогазовыми). Если тепловая химическая энергия преобразуется в энергию реактивного потока, двигатели называются реактивными. Преобразование энергии источников тока в энергию вращения гребных винтов происходит в электродвигателях

В соответствии с типом применяемого двигателя ЭСУ торпед подразделяются на тепловые (парогазовые), реактивные и электрические.

ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Химические топлива, как правило, включают в себя горючее и окислитель. Тепловая энергия химических топлив образуется в результате химической реакции окисления или разложения веществ, входящих в состав топлива. Носителем тепловой энергии являются газообразные продукты реакции, которые используются в двигателе в качестве рабочего тела.

Химические топлива по агрегатному состоянию подразделяют на жидкие, твердые и комбинированные. Агрегатное состояние топлива определяет конструкцию энергосиловой установки и ее характеристики. По числу раздельно хранимых компонентов химические топлива бывают одно-, двух-, трех- и многокомпонентные. Однокомпонентные топлива, содержащие и горючее и окислитель, называются унитарными.

Одно из основных требований, предъявляемых к химическим топливам, — способность при реакции окисления или разложения выделять большое количество тепла, т.е. высокая теплотворность. Топлива для двигателей, работающих по открытому циклу, должны давать большой объем газа, выделять продукты малой молекулярной массы. Важное требование — возможно большая плотность. Использование топлива с высокой плотностью позволяет снизить его запас, обеспечивающий заданную дальность хода торпед с определенной скоростью, и, следовательно, уменьшить размеры топливных резервуаров. Не меньшее значение имеет энергоемкость (удельная энергия) топлива, которая характеризуется тепловым эффектом химического взаимодействия между его компонентами, отнесенным к единице массы или объема топлива.

Теплотворность торпедных топлив обеспечивает температуру их сгорания 3000—4000 К. Материалы, из которых изготавливаются камеры сгорания и двигатели, при такой температуре теряют механическую прочность. Поэтому температуру продуктов сгорания снижают до допустимой, используя один из компонентов топлива или воду, которая имеет большую скрытую теплоту парообразования (1,8—1,9 МДж/кг при давлении 1,5—3 Па) и способна поглощать значительное количество тепла.

Для эксплуатации торпед большое значение имеют химическая и физическая стабильность топлива, его взрыво- и пожаробезопасность, степень токсичности, совместимость с конструкционными материалами, а для изготовления — наличие сырьевых ресурсов и промышленной базы, а также стоимость. Для исключения или уменьшения следности торпед необходима хорошая растворимость продуктов сгорания топлив в забортной воде.

Таким образом, к химическим топливам предъявляются разнообразные требования, которые в совокупности не могут быть удовлетворены ни одним из известных химических веществ или смесей. В каждом конкретном случае приоритет отдается тем или иным характеристикам, которые и определяют выбор горючего и окислителя. Решающим показателем при выборе топлива всегда является его энергоемкость.

В целях поиска новых высокоэнергоемких топлив за рубежом проводились исследования возможности применения сильных окислителей, создания унитарных топлив и разработки гидрореагирующих горючих*.

В зависимости от типа и конструкции энергосиловой установки преобразование потенциальной энергии топлива в тепловую, т.е. горение топлив и образование рабочего тела, происходит либо в отдельной камере сгорания (парогазогенераторе), либо в камере сгорания в самом двигателе. Степенью совершенства процесса горения во многом определяется эффективность использования энергетических характеристик топлив.

В современных зарубежных образцах торпед применяют химические топлива во всех видах агрегатного состояния — жидком, твердом и комбинированном.

Жидкие топлива могут быть двух-, трех-, многокомпонентными и унитарными. В двухкомпонентные топлива, состоящие из горючего и окислителя, для улучшения характеристик могут вводиться присадки в виде растворов и суспензий (ингибиторы коррозии, стабилизаторы, активаторы воспламенения, вещества-депрессанты, понижающие температуру замерзания, и т.п.).

За рубежом одним из самых сильных окислителей в жидком топливе для торпед считается перекись водорода, обладающая способностью выделять при разложении в присутствии катализатора воду (в виде пара) и свободный кислород, идущий на окисление горючего. Применение перекиси водорода позволило в 2,5 раза уменьшить массу резервуара, в котором ее размещают в торпеде, по сравнению с массой воздушного резервуара, применявшегося ранее.

* Значения удельной энергии некоторых исследованных топлив приведены в табл. 1.

В первых образцах энергосиловых установок, работавших на топливе с перекисью водорода, для охлаждения продуктов сгорания и образования рабочей смеси использовалась, как и в установках со сжатым воздухом, пресная вода, находившаяся в емкостях торпед. В последующем пресная вода была заменена забортной.

Снижение массы резервуара окислителя и удаление емкостей для пресной воды позволили увеличить запас топлива и количество взрывчатого вещества боевого заряда. При этом дальность хода торпед возросла более чем в три раза. В энергосиловых установках торпед перекись водорода применяют в виде растворов высоких концентраций.

Сильным окислителем считают также жидкий кислород, получаемый из газообразного путем его охлаждения (например, в энергосиловой установке японской торпеды "93"). В топливах с сильными окислителями в качестве горючего используют нефтепродукты (дизельное горючее, керосин) или спирты.

Все компоненты жидкого топлива размещаются в торпеде в резервуарах (баллонах, баках) и в камеру сгорания подаются раздельно либо насосами, либо под действием сжатого газа. Для этой цели может применяться также пороховой или жидкостный аккумулятор давления (например, агрегат, в котором газ для вытеснения компонентов вырабатывается сжиганием пороховой шашки или какого-либо другого топлива). Забортная вода в камеру подается насосами.

Процесс горения жидких топлив складывается из смесеобразования компонентов, воспламенения и собственно горения смеси. Смесеобразование заключается в распылении, испарении и смешении компонентов. Тщательность смесеобразования имеет особое значение. При распылении и испарении в результате взаимной диффузии и теплообмена происходит смешение паров и образование горючей смеси. Степень смешения зависит в основном от конструкции и расположения элементов смесеобразования, через которые производится впрыск компонентов топлива в камеру сгорания и их дробление.

Воспламенение горючей смеси происходит от специальных воспламенительных устройств: электрических, пиротехнических или химических. Если топливо самовоспламеняющееся, воспламенение происходит непроизвольно при взаимном контакте его компонентов. Смесь горючего и окислителя может воспламениться только в том случае, если они поданы в камеру сгорания

Таблица 1

Значения теоретической удельной энергии некоторых топлив

Топливо		Удельная энергия	
Горючее	Окислитель	кВт·ч/м³	Вт·ч/кг
Дизельное горючее	Перекись водорода (90%)	746	580
Спирт (92,5%)	То же	692	560
Спирто-водная смесь (17%)	Газообразный кислород	80	260
Твердое топливо типа нитрата аммония		613	510
Гидразиновое однокомпонентное топливо		613	460
Жидкое однокомпонентное топливо на основе нитрата (OTTO-II)		426	—
Перекись водорода (90%), однокомпонентное топливо		320	230
Алюминий	Морская вода	3143	1180
Литий	То же	1092	2090
Натрий	"	133	390

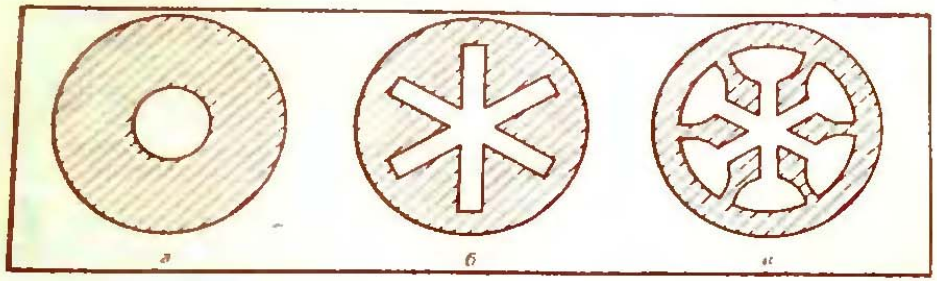


Рис. 4. Формы шашек твердого топлива (в поперечном сечении): *а* — трубчатая; *б* — „звезда", *в* — „вагонное колесо"

в определенном соотношении и если горючая смесь находится в паро- или газообразном состоянии. После того как горение в камере началось, оно поддерживается постоянно пламенем, образованным в камере.

В продуктах сгорания топлив с сильными окислителями (кислородом, перекисью водорода) нерастворимые в воде газы, выбрасываемые за борт, содержатся в небольшом количестве, поэтому след, образуемый ими при ходе торпеды, выражен слабо и практически незаметен.

К числу жидких унитарных топлив относятся вещества мономолекулярные (гомогенные), например перекись водорода, гидразин, и смесевые (гетерогенные), например смесь алкилнитратов и нитропарафинов с концентрированной азотной или серной кислотой. Американские ученые создали жидкое унитарное топливо на нитратной основе (OTTO-II), которое нашло применение в торпедах Мк 46 мод. 1 и Мк 48 мод. 1. Считается, что применение жидких унитарных топлив позволяет упростить топливную систему энергосиловой установки, облегчить проблему охлаждения двигателя и улучшить условия эксплуатации торпед.

Твердые топлива, являющиеся унитарными, могут быть мономолекулярными и смесевыми. Последние могут состоять из органического горючего — связующего компонента (каучука, полиуретана, полиэфирной или эпоксидной смолы), твердого окислителя (перхлората аммония, перхлората калия, нитрата аммония) и добавок различного назначения. Например, для повышения энергетических характеристик применяют порошки алюминия, магния, бериллия, бора. Горючее в смесевом топливе способствует образованию монолитного блока и определяет комплекс физико-химических свойств топлива и способ формирования заряда. Твердые топлива обладают всеми признаками порохов и в то же время некоторыми другими, только им присущими свойствами, например закономерностью горения в камере сгорания.

Топливный заряд представляет собой одну или несколько цилиндрических шашек, размещенных, как правило, непосредственно в камере сгорания. Воспламенитель поднимает температуру заряда до точки воспламенения и создает в камере давление, обеспечивающее нормальное горение шашек.

Количество газов и интенсивность их образования при горении зависят не только от физико-химических свойств топлива, скорости горения, но и от размеров и формы топливных шашек (рис. 4). В необходимых случаях для создания определенной закономерности горения часть поверхности шашки покрывают веществом, препятствующим горению (бронируют). Горение такой шашки происходит по свободной, не покрытой веществом поверхности. Характер горения определяется также толщиной горящего свода.

По сообщению иностранной печати, в США создано несколько новых видов топлива: твердое топливо типа нитрата аммония; алюминизированное смесевое топливо с перхлоратом аммония и связующими веществами на основе полибутадинов или полиуретанов; топливо с высокой плотностью, включающее металлические добавки (вольфрам и цирконий) и связующие вещества на основе полибутадинов; нитрат или перхлорат аммония с углеводородным связующим.

Топливо типа нитрата аммония применяется в торпеде Мк 46 мод. 0. Недостатком топлива, отмечает зарубежная печать, является загрязнение турбинного двигателя продуктами сгорания и остатками несгоревшего топлива, что затрудняет повторное использование двигателя при практических торпедных стрельбах.

По энергоемкости твердые топлива в ряде случаев уступают жидким, так как из-за химической несовместимости не всегда удается использовать в их составе энергетически эффективные компоненты (в этом случае топлива по своим свойствам приближаются к взрывчатым веществам и становятся опасными в производстве и эксплуатации).

Комбинированные топлива бывают двух-, трех- и многокомпонентными, причем компоненты могут находиться в различных агрегатных состояниях: жидком, твердом и газообразном.

В первых торпедах использовалось комбинированное топливо, включавшее жидкое горючее — керосин (спирт) и газообразный окислитель — сжатый атмосферный воздух. Однако такой окислитель оказался малоэффективным из-за низкого содержания кислорода (21%). Остальная его часть — в основном инертный азот — участвовала в создании рабочего тела для двигателя только своим механическим расширением. Нерастворимый в воде азот, составлявший значительную часть выбрасываемой за борт парогазовой смеси, являлся главной причиной образования следа торпеды.

Для увеличения весового запаса кислорода атмосферный воздух сжимался до 20 МПа. Под таким давлением он находился в толстостенном стальном резервуаре (на 1 кг массы сжатого воздуха приходилось 3—4 кг массы резервуара). Пресная вода, подававшаяся из емкостей торпеды для охлаждения продуктов сгорания и участвовавшая в качестве компонента в образовании рабочего тела двигателя, составляла также довольно большую часть (22—26%) общей массы всех компонентов. Из-за наличия в торпеде тяжелого воздушного резервуара и большого количества пресной воды заметно снижался запас горючего и окислителя, что отрицательно сказывалось на удельной энергоемкости топлива.

Снятие ограничения по агрегатному состоянию компонентов в комбинированных топливах значительно расширяет круг исходных веществ для выбора топливных композиций. Топлива, в которых один компонент твердый, а другой жидкий (твердое горючее — жидкий окислитель, жидкое горючее — твердый окислитель), принято называть гибридными. Горючие, вступающие в экзотермические реакции с забортной водой как с окислителем, называются гидрореагирующими.

В качестве гидрореагирующих горючих могут использоваться щелочные и легкие металлы (литий, натрий, магний, алюминий, бериллий, бор), а также их сплавы и соединения, главным образом гидриды. Они могут быть в твердом (легкие металлы) или жидком (бороводороды) состоянии. Гидрореагирующие горючие применяются также в расплавленном состоянии или в виде коллоидных растворов. Твердые гидрореагирующие горючие, как и твердые топлива, размещаются непосредственно в камере сгорания.

Большинство высококалорийных гидрореагирующих горючих в обычных условиях с водой не реагирует, поэтому для начала реакции необходим предварительный подогрев их поверхности. С этой целью могут быть использованы продукты реакции легковоспламеняемого гидрореагирующего горючего, раскаленные газы от сгорания пороха, токи высокой частоты и т.п.

При бурном взаимодействии гидрореагирующего горючего с водой образуется гидроокись металла с выделением водорода и тепла. Количество

выделяемого тепла зависит от количества подаваемой воды. Избыток воды, поглощая тепловую энергию, превращается в пар, стабилизирует химическую реакцию и обеспечивает необходимую температуру процесса. Если вода подается без избытка, реакция протекает со значительно большим выделением тепла.

Для применения гидрореагирующих топлив на борту торпеды достаточно иметь только запас горючего. А так как удельные характеристики топлива относятся к единице массы или объема запасаемого на борту вещества, то у гидрореагирующих топлив эти характеристики сравнительно высоки (забортная вода — окислитель в расчет не принимается).

Как сообщалось, американские ученые пришли к выводу, что наиболее подходящими для торпедных энергосиловых установок являются алюминий, натрий и литий, которые активно взаимодействуют с водой, находясь в расплавленном состоянии. Наибольшее количество энергии при этом выделяет алюминий, однако он имеет очень высокую температуру плавления — 933 К. Натрий плавится при более низкой температуре — 371 К, но он слишком бурно реагирует с водой и содержит значительно меньше потенциальной энергии, чем алюминий. Литий имеет температуру плавления 459 К, спокойно реагирует с водой. По мнению американских специалистов, литий является наиболее перспективным гидрореагирующим горючим, но для его практического использования необходимо решить немало сложных проблем (например, предварительное его расплавление).

Химические источники тока подразделяют на три группы: первичные, вторичные и топливные элементы. Каждый источник включает в себя электрохимическую пару из положительного и отрицательного электродов и электролит.

В первичных элементах при разряде происходит прямое преобразование химической энергии, выделяющейся при реакции взаимодействия веществ электродов с электролитом, в электрическую с соответствующим расходом запаса активных токообразующих веществ электродов. После разряда активные вещества не восстанавливаются, и элементы приходят в негодность. Поэтому первичные элементы являются источниками одноразового действия.

Вторичные элементы сами электрической энергии не производят, а могут только накапливать (аккумулировать) ее при заряде и отдавать при резряде. Вторичные элементы (аккумуляторы) заряжаются постоянным током. При этом подводимая электрическая энергия превращается в них в химическую. Во время резряда происходит обратный процесс. После израсходования электрической энергии аккумуляторы можно заряжать вновь, что позволяет использовать их многократно.

Топливные элементы (электрохимические генераторы) обеспечивают прямое преобразование химической энергии топлива в электрическую. Особенность таких элементов состоит в том, что электрохимически активные вещества (горючее и окислитель) не закладываются в них заранее при изготовлении, а подводятся по мере расходования при разряде током. Это обеспечивает непрерывность работы источника тока в течение длительного времени.

Химические источники тока должны отвечать ряду специфических требований. К основным из них относятся допустимость высоких разрядных токов, работоспособность в широком интервале температур, минимальный саморазряд, малые габариты и масса, высокая механическая прочность, большой срок службы, простота конструкции и надежность в эксплуатации. Кроме того, источники тока должны иметь высокие удельные характеристики (большой запас электрической энергии на единицу массы или объема источника).

Элементы химических источников тока в торпедах соединяют в батареи. Наиболее широко применяются аккумуляторные батареи. В иностранной печати сообщалось, что наряду с аккумуляторными батареями в торпедных энергосиловых установках применяются батареи одноразового действия.

Аккумуляторные батареи подразделяются на кислотные (свинцовые) и щелочные. Число аккумуляторов, входящих в батарею, а также способ соединения их в группы определяются мощностью электродвигателя и временем его работы, т.е. заданным режимом движения торпеды.

Главным энергетическим показателем аккумуляторной батареи является емкость — количество электричества, которое может отдать полностью заряженная батарея при разряде с определенной силой тока до определенного допустимого напряжения. Она зависит от многих факторов, основными из которых являются: количество активного материала пластин аккумуляторов и их конструкция, величина разрядного тока, температура и концентрация электролита, срок эксплуатации.

Первыми батареями, примененными в энергосиловых установках торпед, были кислотные аккумуляторные батареи. Аккумуляторы состояли из положительных и отрицательных пластин (электродов), помещенных в бачок с электролитом — водным раствором серной кислоты. Активной массой положительных пластин служила перекись свинца, отрицательных — губчатый свинец. Удельная емкость батарей составляла 8 Вт·ч/кг (в сравнении с энергоемкостью химических топлив незначительная величина). Электрические торпеды с такими батареями имели скорость и дальность хода, меньшие по сравнению с теми же параметрами у парогазовых торпед.

В щелочных аккумуляторах электролитом служат водные растворы щелочей, а активной массой электродов — специально приготовленные металлы: кадмий, железо, никель, цинк, серебро и др. Наиболее часто в качестве электролита используется раствор едкого кали, в который добавляется небольшое количество моногидрата лития. В зависимости от состава активной массы пластин щелочные аккумуляторы называются железоникелевыми, кадмиево-никелевыми, серебряно-цинковыми и т.д. Щелочные аккумуляторы по сравнению с кислотными имеют ряд преимуществ: они более прочны, не боятся перегрузок и не требовательны при обслуживании.

По способу удержания активной массы на пластинах щелочные аккумуляторы подразделяют на ламельные и безпамельные. В ламельных активная масса заключена в стальные перфорированные оболочки (ламели), которые впрессовываются в стальные рамки пластин. Пластины безламельных аккумуляторов изготавливают методом прессовки в стальную рамку порошкообразной активной массы (без обопочки). Активная масса безламельных пластин имеет увеличенную площадь соприкосновения с электролитом. Принцип химических процессов в безламельных аккумуляторах такой же, как и в ламельных, однако их удельная энергия несколько выше.

В английском журнале "Navy International" сообщалось, что за рубежом используются кадмиево-никелевые и серебряно-цинковые аккумуляторные батареи. Первые устанавливаются во французских торпедах L3, E14 и E15, вторые — во многих образцах американских электрических торпед.

Кадмиево-никелевые аккумуляторы считаются самыми дешевыми. Батарея из таких аккумуляторов проста по своей конструкции и надежна в эксплуатации. Ее можно использовать при практических стрельбах с перезарядкой до 40 раз. Удельная энергия кадмиево-никелевой батареи превышает энергию кислотной батареи в 1,5 раза.

Значительно большей удельной емкостью обладают серебряно-цинковые аккумуляторы, которые по своему устройству аналогичны безпамельным кадмиево-никелевым. Их положительные пластины изготавливаются из восстановленной окиси серебре, активным материалом для отрицательных служит смесь окисей цинка и цинкового порошка. Эти небольших размеров аккумуляторы способны отдавать в сеть в режиме разряда значительные токи и, кроме того, имеют малый ток саморезряда, благодаря чему сохраняют энергию при длительном хранении.

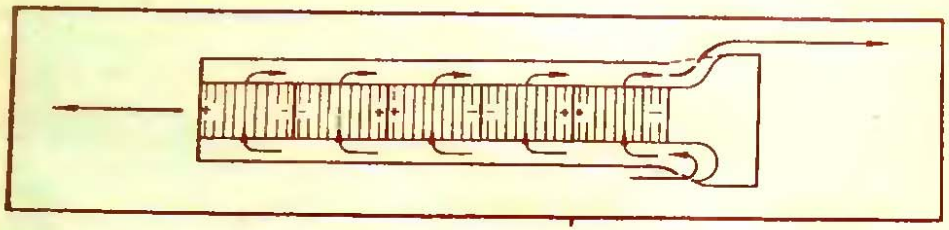


Рис. 5. Принцип активации электрической батареи морской водой

Серебряно-цинковые аккумуляторы сохреняют свои рабочие характеристики в интервале температур 253—333 К. Их работа не нарушается при резком изменении атмосферного давления. Удельная энергия батарей из серебряно-цинковых аккумуляторов составляет 52—55 Вт·ч/кг. В обычных условиях эксплуатации батареи выдерживают до шести разрядно-зарядных циклов. Однако серебряно-цинковые аккумуляторы очень дороги.

Батареи одноразового действия предназначены для комплектования только боевых торпед. За рубежом из батарей такого типа применяют серебряно-цинковые и серебряно-магниевые.

Серебряно-цинковая однорезовая батарея активируется заливкой электролита непосредственно перед выстрелом. Существенное преимущество ее перед многорезовой — способность обеспечивать боевой торпеде в полтора реза большие скорость и дальность хода.

Серебряно-магниевая однорезовая батарея активируется морской водой (рис. 5). В момент входа торпеды в воду водозаборник выдвигается за оболочку торпеды. Омывающий электроды блоков поток морской воды выполняет одновременно две функции — электролита и хладагента. Так как выходное напряжение батареи зависит от температуры и солености морской воды, режим ее впуска и выпуска регулируется по сигналам электрических датчиков. Рециркуляционный насос обеспечивает равномерное распределение воды внутри батареи.

Масса серебряно-магниевой батареи в десять раз меньше массы кислотной аккумуляторной батареи такой же емкости, удельная энергия — самая высокая, примерно 80 Вт·ч/кг. Батареи просты и безопасны в эксплуатации. Сообщалось, что однорезовые серебряно-магниевые батареи применяются в американских торпедах Мк 45 АСТОР и Мк 45F.

По иностранным данным, за рубежом резребатывались также магниево-хромовые, цинково-йодистые, сухие электролитические и другие типы батарей. Как показали испытания, все они обладают очень большой удельной энергией, однако сложны для эксплуатации и очень дороги.

В зарубежной печати сообщалось и о резработке батареи на топливных элементах (ТЭ). По мнению иностранных специалистов, эти элементы, в частности водородно-кислородные, обладают малой мощностью и имеют низкие удельные характеристики по объему. Размещение их в торпедах связано с определенными трудностями.

ДВИГАТЕЛИ

В тепловых двигателях энергия парогаза, созданного в камере сгорания, в основном преобрезуется в энергию вращения гребных винтов, однако значительная часть ее расходуется на преодоление сил трения в механизмах, подшипниках гребных валов и на приведение в действие вспомогательных механизмов. Поэтому под мощностью двигателя понимают его эффективную мощность, т.е. ту часть мощности, которая передается непосредственно на вращение гребных валов. Следовательно, от эффективной мощности двигателя зависит как

частота вращения гребных винтов, так и развиваемая ими тяга (а значит, и скорость движения торпеды). Время работы двигателя при определенных значениях скорости торпеды и запасах топлива на ее борту обусловливает заданную дальность хода. Применяемые тепловые двигатели работают по открытому циклу, т.е. отработавший в них парогаз непосредственно выбрасывается за борт.

В общем случае мощность двигателя пропорциональна скорости торпеды в третьей степени. Это значит, например, что удвоить скорость торпеды можно лишь увеличением мощности двигателя в восемь раз. Таким образом, достижение больших скоростей хода связано с созданием очень мощных двигателей.

Дальность хода торпеды приближенно считают обратно пропорциональной квадрату ее скорости. Отсюда очевидно, что незначительное возрастание скорости влечет за собой существенное уменьшение дальности хода. И наоборот, значительное увеличение дальности хода достигается за счет незначительного снижения скорости.

Для торпед, идущих на малом расстоянии от поверхности моря, влияние глубины на скорость и дальность хода незначительно. На больших глубинах картина меняется. Здесь эффективная мощность двигателя, работающего по открытому циклу, с глубиной заметно снижается, так как повышение давления впуска парогаза не компенсирует потерь на преодоление противодействия гидростатического давления выбросу отработавшего парогаза за борт. С потерей мощности падают обороты гребных винтов и скорость торпед уменьшается. При повышении давления впуска парогаза увеличиваются секундные расходы компонентов, что приводит к уменьшению времени хода торпед и, следовательно, к уменьшению дальности.

В целях создания тепловых двигателей, мощность которых не зависела бы от глубины погружения торпед, за рубежом проводились исследования возможности применения установок, работающих по замкнутому и полузамкнутому циклу. В таких установках высокотемпературные продукты сгорания топлива не поступают непосредственно к двигателю, как в установках открытого цикла, а передают свою тепловую энергию рабочему телу, которое находится в замкнутом контуре. Передача энергии осуществляется через теплообменник, представляющий собой змеевик из двух труб, вставленных одна в другую. По внутренней трубе движется поток горячих газов — продуктов сгорания топлива, а в кольцевом пространстве между трубами в противоположном направлении — образующийся водяной пар. Пар как рабочее тело поступает в двигатель, конденсируется, а затем в виде воды вновь подается в теплообменник для превращения в пар. Удаление за борт сконденсированных и охлажденных продуктов сгорания топлива трудности не представляет, однако американские специалисты считают, что на пути создания установки замкнутого цикла предстоит преодолеть еще много сложных проблем.

Тепловые двигатели открытого цикла подразделяются на поршневые и турбинные. В торпедных ЭСУ применяют в основном поршневые двигатели простого расширения. Возвратно-поступательное движение поршней в них осуществляется под воздействием рабочего тела — парогаза, поступающего из камеры сгорания. Движение поршней через кривошипно-шатунный механизм и зубчатые передачи преобразуется во вращательное движение двух (как правило) гребных валов, на концах которых насажено по одному винту. Валы пустотелые, один вал расположен внутри другого. Через полость внутреннего вала выбрасывается наружу парогаз, отработавший в цилиндрах двигателя. Зубчатые передачи рассчитаны таким образом, что оба вала вращаются в разные стороны с одинаковой скоростью.

Большинство поршневых двигателей торпед, состоящих на вооружении флотов капиталистических государств, имеют сходные по значениям характеристики, хотя в конструктивном отношении различаются между собой, как

правило, числом (от двух до восьми) и расположением (горизонтальное, вертикальное и звездообразное) цилиндров.

По мнению иностранных специалистов, энергосиловые установки торпед с поршневыми двигателями просты по устройству, надежны в эксплуатации и дешевы в изготовлении. Однако поршневые двигатели создают большие трудности в динамической балансировке торпед, являются источником вибраций и шума.

Поршневые двигатели парогазовых торпед диаметром 533 мм, использующих в качестве окислителя воздух, резвивали мощность до 260 кВт, обеспечивая торпедам дальность хода 4—6 км при скорости до 50 уз. После войны такие двигатели стояли в английских торпедах Мк 8, американских Мк 14, западногерманских G-7a.

Одна из модификаций поршневых двигателей — конструкция барабанного типа, применяющаяся, как сообщала зарубежная печать, в американских торпедах Мк 46 мод. 1. Двигатель имеет шесть цилиндров. При последовательном газораспределении между цилиндрами возвратно-поступательное движение их поршней преобразуется системой из наклонного и кулачкового дисков во вращательное движение двух гребных валов. Мощность двигателей барабанного типа превышает мощность прочих поршневых двигателей в четыре-пять раз.

В турбинных двигателях открытого цикла вращение рабочего колеса (ротора) осуществляется под давлением парогазовой смеси, которая, пройдя специальный сопловый аппарат, с большой скоростью поступает на лопатки ротора. Через шестеренчатый редуктор вращение передается на гребные винты. Отработавшая в двигателе парогазовая смесь системой выхлопа выбрасывается наружу.

В сравнении с поршневыми турбинные двигатели имеют некоторые преимущества. Основное из них — это непосредственное преобразование тепловой энергии парогаза во вращательное движение рабочего колеса турбины. Во вращательном движении находятся и другие детали. Так как в турбинных двигателях возвретно-поступательного движения рабочих частей нет, динамическая неуравновешенность и вибрация у них значительно меньше, чем у поршневых. Рабочие колеса турбин вращаются с очень высокими скоростями; поэтому для привода гребных валов устанавливают редукторы.

Турбинные двигатели, обладающие меньшими массами и габаритами, компактнее размещаются в торпедах. Они развивают значительно большие мощности (до 370 кВт), обеспечивают торпедам более высокие скорости, благодаря чему нашли широкое применение за рубежом.

К недостаткам турбинных двигателей относят создаваемый ими шум, основным источником которого является редуктор. Отмечаются также более худшие в сравнении с поршневыми двигателями глубинные характеристики; эффективная мощность с увеличением глубины (противодавления) снижается значительно быстрее.

Реактивный двигатель не имеет промежуточных элементов — механизмов и гребных винтов. Основные его части — камера сгорания и реактивное сопло.

В торпедных энергосиловых установках применяются два типа химических реактивных двигателей: ракетный и гидрореактивный. В установках с рекетными двигателями рабочее тело и реактивная тяга образуются из веществ, полностью размещенных на борту торпеды, в ЭСУ с гидрореактивными двигателями — из веществ, размещенных на борту частично (другую часть составляет забортная вода). Двигатели отличаются также агрегатным состоянием топлива, конструкцией, однако их принципиальные схемы и рабочие процессы практически одинаковы.

Главными характеристиками реактивных двигателей считаются реактивная тяга и удельный импульс. Тяга — это сила, с которой реактивный двигатель воздействует на торпеду. Она зависит от глубины хода торпеды и с ее увеличением уменьшается. Удельный импульс, характеризующий экономичность двигателя, определяется отношением тяги к секундному расходу находящегося на борту топлива. Другими словами, это тяга, развиваемая одним килограммом истекающих за одну секунду продуктов сгорания. Чем совершеннее двигатель, тем больше удельный импульс и тем меньше расходуется топлива при той же тяге. Удельный импульс зависит от энергоемкости веществ, из которых образуется рабочее тело, от степени использования его тепла, а также от структурного состава продуктов сгорения. Если продукты сгорания содержат твердую фазу или конденсируются, удельный импульс снижается (при истечении через сопло такие продукты не расширяются).

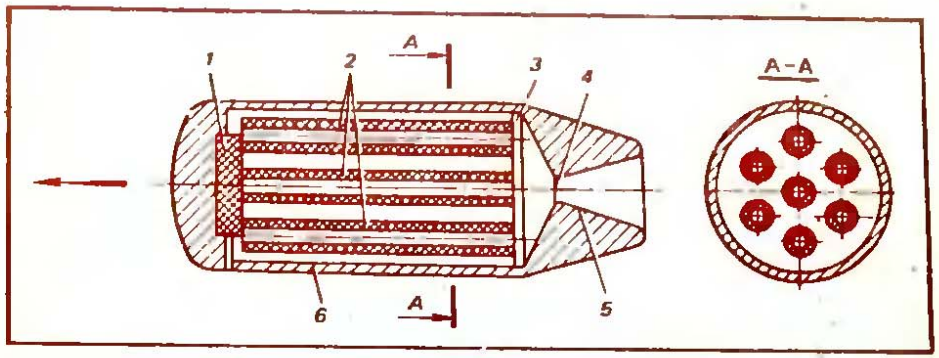


Рис. 6. Схема твердотопливного ракетного двигателя: *1* — воспламенитель; *2* — топливные шашки; *3* — диафрагма; *4* — мембрана; *5* — реактивное сопло; *6* — корпус камеры сгорания

Из-за большой плотности воды сопротивление, оказываемое движению реактивной торпеды, почти на три порядка выше, чем сопротивление атмосферы ракете на уровне моря. Поэтому даже незначительное увеличение скорости движения реактивной торпеды всегда связано с большими экономическими затратами.

Ракетные двигатели торпед работают на жидком, твердом или комбинированном химическом топливе. Преобразование химической энергии топлива в тепловую энергию газообразных продуктов (образование рабочего тела) осуществляется в камере сгорания, затем через сопло происходит их истечение наружу, в результате чего и создается реактивная тяга.

Использование жидких компонентов топлива связано с успожнением конструктивной схемы двигателя, включением в нее автоматической системы регулирования. Эффективность жидкостных двигателей в значительной мере зависит от выборе топливных компонентов, прежде всего окислителя.

В твердотопливных двигателях (рис. 6) топливные шашки удерживаются во время горения в камере сгорания диафрагмой. Для ускорания возрастания давления газов в сопло устанавливают мембрану. При достижении в камере необходимого давления мембрана разрушается и открывает газам выход наружу. Твердотопливные двигатели просты по конструкции, удобны в эксплуатации, могут долго храниться в готовности к немедленному действию. Однако их эффективность меньше, чем у двигателей на жидком топливе, в них трудно регулировать величину тяги. Твердотопливные двигатели, как правило, одноразового применения.

В ракетных двигателях на комбинированном топливе нередко твердый компонент в виде заряда помещают непосредственно в камере сгорания, а жидкий подают из бака, благодаря чему достигается максимальная энергопроизводительность. Многие иностранные специалисты считают такие двигатели наиболее рациональными.

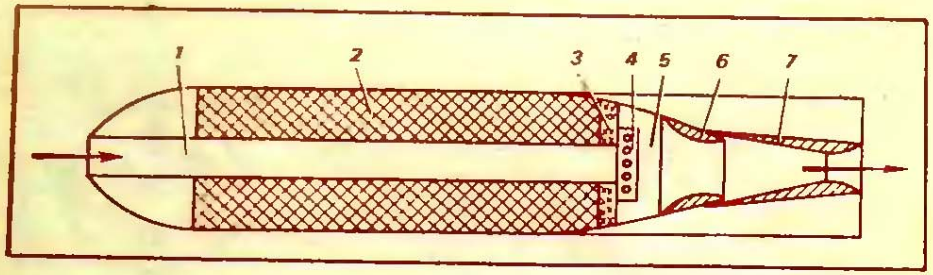


Рис. 7. Схема гидрореактивного двигателя: *1* — труба; *2* — гидрореагирующее горючее; *3* — запальное вещество; *4* — распылитель; *5* — камера сгорания; *6* — диффузор; *7* — сопло

Гидрореактивные двигатели работают на гидрореагирующем горючем, помещаемом в камере сгорания (рис. 7). При движении торпеды забортная вода под естественным напором по продольной трубе поступает в камеру сгорания двигателя. Здесь вода через распылитель попадает на запальное вещество. Происходит реакция окисления горючего, и оно воспламеняется. Под воздействием высокой температуры горения в реакцию с морской водой вступает основное гидрореагирующее горючее. Обрезующаяся при этом смесь раскаленных продуктов через диффузор и сопло с большой скоростью выбрасывается наружу.

Рабочий процесс в камере сгорания двигателей, работающих на гидрореагирующем горючем, можно регулировать изменением подачи забортной воды (как любого жидкого окислителя в других двигателях). Удельный импульс таких двигателей определяется отношением тяги к секундному расходу горючего.

В иностранной печати сообщалось, что гидрореактивные двигатели были установлены на итальянских торпедах U-6 (двигатель РХ-5 на гидрореагирующем топливе боране — бороводородном соединении).

В электрических энергосиловых установках для преобразования энергии батарей используют двигатели постоянного и переменного тока. Рабочим телом в двигателях служит совокупность электрического тока, протекающего в цепи якоря, и магнитного потока, образуемого магнитной системой. В результате их взаимодействия возникает электромагнитный момент, вызывающий вращение якоря, вал которого соединен с приводным валом гребных винтов.

В общем случае частота вращения якоря значительно выше эффективной частоты вращения гребных винтов, поэтому часто вал якоря соединяют с приводным валом через редуктор. Приводной вал проходит внутри полого наружного вала, который вращает передний гребной винт. На приводном вале закреплен задний гребной винт. Передача вращения от приводного вала наружному осуществляется через шестеренчатый дифференциал, который обеспечивает гребным винтам вращение с одинаковой определенной скоростью в противоположные стороны.

В отличие от двигателей постоянного тока (с коллекторами) на двигатели переменного тока (бесколлекторные) не накладываются ограничения по частоте вращения. Однако для преобразования постоянного тока батарей при использовании двигателей этого вида дополнительно необходимы инвертор и другие сложные электромеханические устройства.

В электрических торпедах иногда применяют двигатели биротантивного типа, в которых якорь и магнитная система вращаются одновременно в противоположные стороны. Такие двигатели обладают большей мощностью. Они не имеют дифференциала и редуктора, однако в конструктивном отношении сложнее обычных.

В процессе эксплуатации электрических торпед из аккумуляторных батарей выделяются газы, которые, проникнув в моторный отсек и скопившись там в определенных концентрациях, могут образовать взрывоопасную воздушную среду. Поэтому двигатели изготавливаются в безыскровом варианте. Такое исполнение помимо основной задачи исключает создание электромагнитных помех работе устройства самонаведения и неконтактного взрывателя.

Энергия батарей преобразуется электрическими двигателями в энергию вращения гребных винтов не полностью. Часть ее расходуется, как и в тепловых двигателях, на преодоление сил трения в механизмах и подшипниках валов, а часть превращается в тепло, поглощаемое металлическими элементами двигателей. Поэтому эффективная мощность электрических двигателей меньше мощности подводимой. Продолжительность работы двигателя, а следовательно, и дальность хода торпеды зависят от емкости источника энергии — электрических батарей. Эффективная мощность, развиваемая двигателями электрических торпед, например немецких типа G-7e, составляет примерно 70 кВт, дальность хода достигает 5000 м при скорости 30 уз.

Энергосиловая установка электрической торпеды представляет собой замкнутую систему, благодаря чему мощность ее двигателя не зависит от забортного гидростатического давления. Это обеспечивает постоянство заданной скорости хода в любом диапазоне глубин, для которых торпеда предназначена.

Электрические двигатели обладают хорошими характеристиками динамической балансировки. Энергосиловые установки с такими двигателями проще по конструкции, чем установки с тепловыми двигателями, обладают более высокой надежностью в эксплуатации. Кроме того, они имеют меньшее количество вспомогательных механизмов, создающих шум (в первую очередь это относится к ЭСУ с биротантивными двигателями, не имеющими дифференциала и редуктора). В малошумных электрических торпедах нашли широкое применение гидроакустические системы самонаведения.

Торпедные энергосиловые установки с электрическими двигателями обладают высокой экономичностью и позволяют обеспечивать электропитанием различные бортовые системы. Неизменность массы движущейся в воде электрической торпеды упрощает ряд проблем ее гидродинамики. Работа электрических энергосиловых установок не сопровождается обильным выделением не растворимых в воде газов, благодаря чему след торпеды практически не заметен.

К существенным недостаткам электрических ЭСУ относят, прежде всего, более низкие, чем у тепловых установок, удельные энергетические характеристики и высокую стоимость. Отмечают также, что некоторые образцы электрических торпед трудно обнаружить в море после практического выстрела, так как в конце пройденной дистанции они плавают в горизонтальном положении, почти не поднимаясь над поверхностью.

ДВИЖИТЕЛИ

Тепловые и электрические торпеды имеют обычно два соосных противоположно вращающихся гребных винта постоянного шага. Однако некоторые образцы торпед, например американская торпеда Мк 32, снабжены одним винтом. Работа одного винта создает вращающий момент, который вызывает поворот торпеды вокруг продольной оси (крен) и, следовательно, отклонение от заданного напревления движения. Для устранения этого отклонения уревновешиванием торпеды или размещением на ее хвостовой части скошенных килей создают противоположный вращающий момент. При работе одного винта, кроме того, значительная часть энергии его вращения затрачивается на закручивание водяного потока вокруг кормовой части перед последующим отбрасыванием назад.

При наличии двух гребных винтов противоположный вращающий момент создает второй винт. Энергия первого винта, затраченная на закручи-

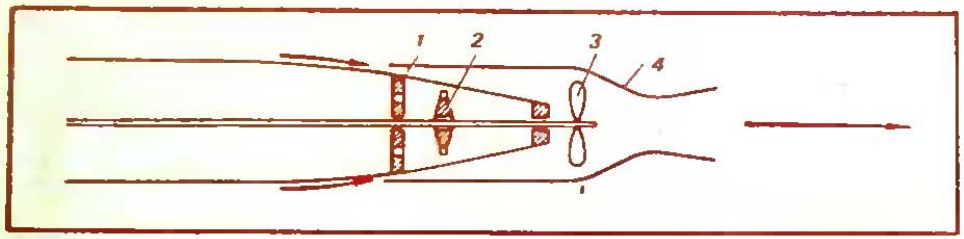


Рис. 8. Схема двигателя с водометным движителем: *1* — сопловой аппарат; *2* — ротор турбины; *3* — винт; *4* — насадка

вание потока, частично возвращается вторым винтом при "раскручивании" потока созданием дополнительного упора для движения торпеды.

Гребные винты применяются с двумя, тремя лопастями и более. Они могут иметь различные профили и изготавливаться из разных материалов (стали, алюминиевых сплавов и пр.).

Эффективность движителей характеризуется величиной коэффициента полезного действия с учетом влияния гидродинамических свойств корпуса торпеды. Пропульсивный коэффициент снижается при достижении винтами такой частоты вращения, при которой на лопастях наступает кавитация. Явление кавитации заключается в следующем. Вращение гребных винтов всегда сопровождается образованием на различных участках их лопастей зон повышенного и пониженного давлений. При достаточно большом числе оборотов сцепление между частицами воды на этих участках нарушается и на лопастях винта обрезуются вакуумные пузырьки (каверны). Пузырьки мгновенно заполняются газом и паром, содержащимися в воде, срываются с лопастей и увлекаются потоком воды в область нормального гидростатического давления, где под действием этого давления захлопываются. Исчезновение каждого пузырька сопровождается сильным гидравлическим ударом и импульсом звукового давления. В результате кавитации уменьшается тяга винтов, возникает гидроакустический шум, на лопастях винтов образуются выбоины. Интенсивность кавитации уменьшается с понижением частоты вращения винтов, увеличением числа лопастей винтов и повышением гидростатического давления (т.е. при заглублении торпеды).

В послевоенный период иностранные специалисты много внимания уделяли созданию движителей, способных эффективно работать не только в докавитационном, но и в кавитационном режиме. Для этой цели испытывались винты, через кромку лопастей которых в область кавитации вдувался газ, а также направляющие насадки на винты, позволяющие получить водометный движитель типа осевого лопастного насоса (рис. 8). Испытания показали, что использование направляющей насадки смещает начало развития кавитации в сторону более высоких скоростей, обеспечивает создание оптимально необходимого упора для движения торпед и делает движитель менее шумным. Сверхкавитационные гребные винты были установлены на торпедах Мк 39, направляющие насадки — на торпедах Мк 48 мод. 1.

Важнейшей частью двигателя в реактивных торпедах является сопло. Газы, раскаленные в камере сгорания двигателя, в результате расширения в сопле разгоняются и с большой скоростью выбрасываются наружу, образуя реактивный поток (струю). Степень расширения продуктов сгорания в сопле (отношение давления газообразных продуктов в камере сгорания к давлению на срезе сопла) характеризует полноту использования тепла для разгона (ускорения) реактивного потока. От этого зависят и тяга двигателя, и расход топлива. Расчет сопла сложен, для достижения наилучших показателей оно тщательно профилируется. От совершенства сопла во многом зависит эффективность работы всего двигателя.

Глава 4

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ТОРПЕД

ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ

Движущаяся торпеда совместно с окружающей ее морской средой составляет сложную гидродинамическую систему. Во время движения на нее действуют сила тяжести и выталкивающая сила, тяга двигателя, сопротивление среды, а также различные внешние возмущающие факторы. Если первые четыре силы в принципе известны и могут быть учтены, то последние (волнение моря, изменение плотности воды и т.п.) имеют случайный, непредсказуемый характер. Они нарушают динамическое равновесие сил и их вращающих моментов, вызывают отклонение торпеды от расчетной траектории. Системы управления движением восстанавливают нарушенное динамическое равновесие, придают движению торпеды необходимую устойчивость. Кроме того, они изменяют траекторию движения торпеды согласно заданной программе (по командам или в соответствии с изменением параметров физического поля).

Системы управления движением торпед подразделяют на системы автономного управления (АУ), телеуправления (ТУ) и самонаведения (СН). За рубежом эти системы широко применяют в различных сочетаниях с использованием специальных автоматических устройств. Управление движением торпед по дальности хода осуществляют регулированием времени работы их энергосиловых установок при определенной скорости.

Система автономного управления обеспечивает автоматическое управление движением торпеды по траектории, заданной перед выстрелом. Все приборы размещаются на борту торпеды. Одни из них выполняют функции управления по направлению (в горизонтальной плоскости), другие — по глубине (в вертикальной плоскости). Начальные величины вводятся в приборы перед выстрелом. Во время хода торпеды система не требует дополнительной информации и сама не излучает никаких сигналов, поэтому обладает высокой помехоустойчивостью и скрытностью.

От системы автономного управления движением система телеуправления отличается тем, что наведение торпеды на корабль-цель производится по командам (сигналам), подаваемым со стреляющего корабля. Командная часть аппаратуры системы размещается на корабле, приемная — на борту торпеды.

В основе действия системы самонаведения лежит принцип обнаружения определенного физического поля корабля-цели и слежения за его изменением. Автоматически по выбранному параметру поля определяется местоположение цели относительно продольной оси торпеды и непрерывно вырабатываются команды (сигналы) органам управления движением, необходимые для наведения торпеды на цель. Вся аппаратура системы размещается на борту торпеды. Начальные величины вводятся в приборы управления, как и в автономных системах, перед выстрелом.

Самонаведение на цель может осуществляться в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Против надводных кораблей используют торпеды, оснащенные системой наведения в горизонтальной плоскости, против подводных лодок — системами, наводящими одновременно в двух плоскостях.

Системы самонаведения торпед подобно неконтактным взрывателям подразделяют на пассивные и активные. Пассивными называют системы, аппаратура которых реагирует на поле, создаваемое самим кораблем-целью, активными — системы, аппаратура которых реагирует на поле, возникающее в результате отражения кораблем физического поля, создаваемого устройствами, размещенными в торпеде. Активная и пассивная системы в торпеде могут быть функционально связаны между собой. В этом случае система называется активно-пассивной.

Важнейшими характеристиками каждой системы самонаведения являются дальность действия и точность наведения. Дальностью действия называется расстояние между кораблем-целью и торпедой, на котором система обнаруживает цель и начиная с которого принимает управление движением торпеды на себя (часто дальность действия системы называют радиусом реагирования).

Лучшими считаются те системы, у которых дальность действия больше.

Любая система самонаведения ведет торпеду не строго по заданному направлению, а несколько отклоняясь от него попеременно в одну и другую сторону. Это объясняется не только тем, что реагирующие элементы системы имеют определенную чувствительность и применяется тот или иной метод самонаведения, но и инерционностью торпеды после перекладки рулей для поворота. Точность самонаведения должна обеспечивать попадание торпеды в цель или прохождение вблизи нее на расстоянии, не превышающем дистанции срабатывания неконтактного взрывателя.

В иностранных флотах наибольшее распространение получили системы, работающие на основе использования свойств акустического поля.

Это связано с тем, что в морской воде из всех известных физических полей акустическое имеет наибольшую протяженность (т.е. предельную дальность, на которой оно уверенно воспринимается). Как сообщалось в швейцарском журнале "International Defense Review", за рубежом разработана система самонаведения, которая выводит торпеду на корабль-цель по его кильватерному следу, содержащему разнообразную информацию: акустическую, тепловую и пр. Такой системой самонаведения оснащены, например, американские торпеды Мк 45 мод. 1. Автор статьи утверждает, что эта система не акустическая.

Начальные величины (направление, глубина и др.) в бортовые системы управления движением торпед вводят механическим путем с помощью приборов, смонтированных на торпедных аппаратах. В иностранной печати публиковались сведения о том, что в системах отдельных образцов несамонаводящихся и почти всех самонаводящихся торпед начальные величины вводят с помощью электрических сигналов с пульта управления стрельбой через кормовую часть торпеды, находящейся в торпедном аппарате. По мнению иностранных специалистов, электрический ввод параметров отличается от механического большей точностью. Приборы управления торпедной стрельбой могут выполнять его автоматически.

Для управления торпедами по направлению и глубине используют чувствительные элементы, реагирующие не только на величины измеряемых параметров, но и на производные от этих величин, т.е. на линейные и угловые скорости и ускорения. Воспринимаемые чувствительными элементами изменения и отклонения этих величин или их производных преобразуются приборами в сигналы, которые затем усиливаются и подаются на исполнительные органы. Напряжения, обеспечивающие работу электрических цепей и приборов системы управления, вырабатываются блоками питания.

Функции преобразователей и усилителей в системах управления движением торпед выполняют рулевые машинки или соленоиды, исполнительных органов — вертикальные и горизонтальные рули. Источником энергии для

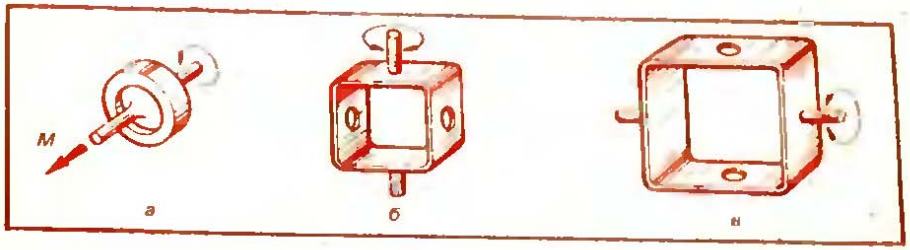


Рис. 9. Основные составные части гироскопического прибора: *а* — волчок; *б, в* — внутренняя и внешняя рамки карданова подвеса

рулевых машинок обычно служит сжатый воздух, для соленоидов — электрический ток.

СИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Для автономного управления движением по направлению, т.е. обеспечения минимального отклонения торпеды от заданного направления, применяют приборы, основным элементом которых является вращающийся ротор или гироскоп. Главное свойство гироскопа — способность при большой скорости вращения неизменно сохранять в пространстве направление своей оси.

Гироскоп размещается в так называемом карданове подвесе, состоящем из двух колец или рамок — внешней и внутренней (рис. 9). Внешняя подвешена на двух осях в кронштейне, внутренняя — также на осях — внутри первой. Такая конструкция обеспечивает гироскопу три степени свободы и возможность сохранять направление оси вращения в случае изменения положения торпеды.

При запуске с помощью турбинки (воздухом высокого давления) или электродвигателя гироскопу в течение 0,3—0,4 с придается скорость до 30 тыс. об/мин. В приборах, работающих от сжатого воздуха, постоянная частота вращения поддерживается непрерывной подачей воздуха низкого давления в углубления (лунки), расположенные по всей внешней поверхности гироскопа. Лунки выполняют роль турбинных лопаток. В приборах, питаемых электрическим током, гироскоп представляет собой ротор миниатюрного электродвигателя. Запуск гироскопа производится в момент выстрела торпеды или отделения ее от носителя.

Гироскопический прибор, обеспечивающий прямолинейное движение торпеды, называется прибором курса. Прибор, обеспечивающий изменение курса торпеды в соответствии с предварительно заданной программой, называется прибором маневрирования.

Прибор курса устанавливают в торпеду в процессе приготовления ее к боевому применению. При этом ось гироскопа ориентируют параллельно ее продольной оси. В случае если идущая к цели торпеда отклонилась от заданного напревления (впрево или влево), гироскоп выдает сигнал, соответствующий знаку (стороне) отклонения. Рулевая машинка (соленоид) срабатывает и перекладывает вертикальные рули в сторону, противоположную стороне отклонения торпеды. В результате торпеда возвращается на заданный курс.

Прибор курса позволяет также изменять направление движения торпеды в начальной точке пути. Величину угла поворота (она определяется тактической обстановкой, сложившейся к моменту стрельбы) вводят с помощью механизма — угловой установки, размещенной в верхней части прибора. Для этой цели снаружи торпеды предусмотрена установочная головка.

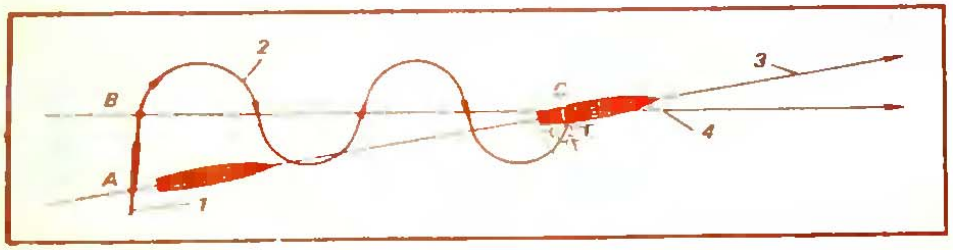


Рис. 10. Одна из возможных траекторий торпеды с прибором маневрирования после промаха по цели на прямом пути: *A* — промах; *B* — изменение курса торпеды прибором маневрирования по заданной программе; *C* — попадание в цель; *1* — курс торпеды; *2* — маневрирование торпеды; *3* — курс корабля-цели; *4* — генеральное направление движения торпеды

Прибор маневрирования предназначен для изменения траектории движения торпеды в случае промаха. После прохода заданной дистанции на прямолинейном пути курс торпеды, прошедшей мимо цели, изменяется по заранее заложенной программе, образуя зигзаг, циркуляцию или иной вид траектории, обеспечивающий пересечение (одноразовое или многократное) с курсом цели (рис. 10). Прибор маневрирования связан приводом с наружным гребным валом торпеды, что позволяет вести отсчет пройденной дистанции по числу сделанных им оборотов. Величину дистанции прямого хода и вид траектории маневрирования вводят механически через установочную головку, размещенную в горловине торпеды.

Движением торпеды по глубине управляют автоматы глубины — приборы, работа которых основана на равновесии двух сил, действующих на чувствительный элемент: с одной стороны — гидростатического давления на глубине хода, с другой — силы пружины, сжатой соответственно заданной глубине. В качестве чувствительных элементов используют мембраны и сильфоны. Любое отклонение торпеды от заданной глубины (а следовательно, изменение гидростатического давления) вызывает перемещение мембраны или диска сильфона, которое преобразуется в силовое воздействие рулевых машинок на горизонтальные рули, возвращающие торпеду на заданную глубину.

Заданную глубину хода в автомате устанавливают с помощью пружины, которая сжимается валиком установки глубины. Ее величина зависит от осадки надводного корабля-цели или глубины погружения подводной лодки-цели.

В зарубежной печати сообщалось, что большинство современных иностранных торпед, главным образом телеуправляемых и самонаводящихся (например, американские Мк 27 мод. 4, Мк 37 мод. 0 и др.), оснащены автоматическими устройствами, позволяющими торпедам маневрировать по глубине как на прямом курсе, так и на сложной траектории.

СИСТЕМЫ ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ

По сообщениям зарубежной печати, в последние годы наибольшее предпочтение отдается системе телеуправления с проводной линией связи, которая позволяет не только управлять торпедами на траектории, но и взрывать их боевой заряд (например, ядерный) вблизи цели.

Система состоит из счетно-решающего устройства и пульта управления, установленных на корабле-носителе, приемно-анализирующей аппаратуры, размещенной в торпеде, и провода, соединяющего корабельный пульт управления с приемно-анализирующей аппаратурой торпеды. Часть провода намотана на катушку, находящуюся на корабле-носителе, другая часть — на катушку, установленную в торпеде. На подводной лодке корабельная катушка

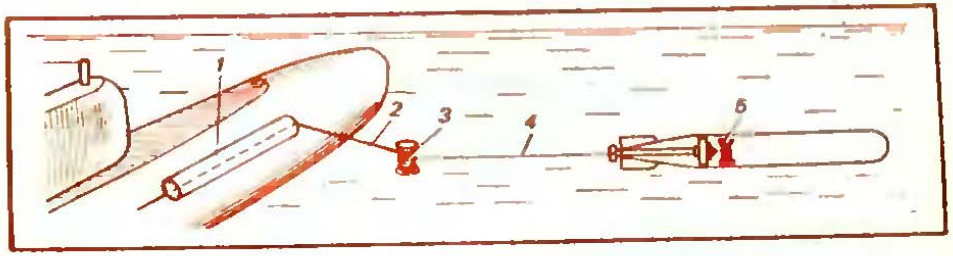


Рис. 11. Схема проводной линии телеуправления торпедой с подводной лодки: *1* — торпедный аппарат; *2* — бронированный кабель; *3* — корабельная катушка с проводом; *4* — провод; *5* — торпедная катушка с проводом

связана с торпедным аппаратом специальным бронированным кабелем, длина которого достигает 30 м. На надводном корабле катушка крепится к его наружному борту. Провод с торпедной катушки выводится наружу через полость внутреннего вала двигателя или трубку, проходящую по нижнему краю вертикального стабилизатора торпеды.

При выстреле с подводной лодки корабельная катушка выходит из торпедного аппарата вместе с торпедой, а затем на кабеле буксируется за лодкой (рис. 11). На надводном корабле катушка после выстрела переводится за корму. Во время хода торпеды и корабля провода с корабельной и торпедной катушек сматываются одновременно, поэтому в воде провод остается практически неподвижным. Сматывание провода с корабельной катушки обеспечивает кораблю свободу маневрирования.

В процессе движения торпеды счетно-решающее устройство по данным о движении цели, своего корабля и торпеды непрерывно решает задачу встречи с целью. Выработанные им команды в пульте управления формируются в электрические сигналы, которые дискретно в виде импульсов тока низкой частоты передаются по проводу в приемно-анализирующую аппаратуру торпеды. В приемно-анализирующей аппаратуре сигналы управления преобразуются в командные напряжения, воздействующие на органы управления торпеды по направлению и глубине. Для контроля исполнения торпедой команд на стреляющий корабль по тому же проводу передаются ответные электрические сигналы.

Системой телеуправления по проводам оснащены многие современные образцы иностранных торпед (например, американские Мк 4В мод. 1, NT-37C, Мк 45 АСТОР, английские Мк 24 "Тайгерфиш", западногерманские "Зеешланге", шведские TP61 и др.).

По мнению зарубежных специалистов, точность наведения телеуправляемых торпед зависит в основном от дистанции до цели и величины ошибок в определении ее координат средствами целеуказания. Считают, что при дальности стрельбы около 20 км торпеда может отклониться от цели на несколько сот метров. Чтобы снизить величину промаха, систему телеуправления во многих случаях дополняют системой самонаведения. Некоторые зарубежные образцы телеуправляемых торпед, не имеющих систем самонаведения (например, Мк 45 АСТОР), оснащены ядерным зарядом.

В случае применения системы ТУ + СН сигнал для включения аппаратуры самонаведения в режим поиска подает оператор при подходе торпеды к цели на определенное расстояние. Поиск цели осуществляется по запрограммированной траектории: по синусоиде, если глубина хода торпеды не превышает 50 м, или по винтовой линии, если глубина хода более 50 м. В момент обнаружения и надежного захвата цели системой СН управление по проводу прекращается. В дальнейшем до встречи с целью торпеда управляется по командам системы самонаведения.

Достоинством системы телеуправления по проводам иностранные специалисты считают высокую помехоустойчивость, недостатком — малую пропускную способность в передаче информации. Для повышения пропускной способности и скрытности передачи информации в системах пытаются применять вместо электрического провода волоконно-оптические кабели. Обладая повышенной механической прочностью, такие кабели имеют меньшие диаметры и массу.

СИСТЕМЫ САМОНАВЕДЕНИЯ

В основе действия пассивных акустических систем самонаведения торпед лежит принцип шумопеленгования (пассивной гидролокации).

Движущийся корабль является мощным источником звуковой энергии (шума) и поэтому служит хорошим объектом для обнаружения и слежения. Шум корабля возникает при работе его главных и вспомогательных механизмов, вращении гребных винтов, кавитации, завихрениях воды при обтекании корпуса, ударах морских волн в обшивку и пр. Колебания частиц воды, возбужденные кораблем, образуют продольные акустические волны, распространяющиеся по всем направлениям с увеличивающейся сферической фронтальной поверхностью.

Шум корабля по составу очень сложен и представляет собой гидроакустическое поле с широким спектром частот — от низких, инфразвуковых (менее 16—20 Гц), до высоких, ультразвуковых (более 16—20 кГц), с отдельными, дискретными, составляющими различной амплитуды. Оно характеризуется звуковым давлением, интенсивностью (силой) звука, мгновенным значением колебательной скорости частиц воды или мгновенным значением их смещения. Распространение акустических волн шума корабля, а следовательно, и прием их системами самонаведения во многом зависят от свойств (состава и состояния) морской среды.

Море — неоднородная среда, граничащая с другими средами: дном и атмосферой. Морская вода содержит в растворе различные соли, газы, входящие в состав атмосферы, живые растительные и животные организмы (планктон, моллюски, рыбы) и взвешенные минеральные частицы, количество и размер которых зависят от близости берега, глубины, характера грунта и течений.

Температура воды в открытом океане изменяется в широких пределах: от −2 до +30°С*. В различных районах океана и морях она неравномерна по поверхности и глубине, имеет сезонные и суточные изменения. Соленость воды в открытом океане практически одинакова и составляет в среднем 35‰, но в морях изменяется в зависимости от притока пресных вод с суши, соленых из океана, а также от режима испарения. Гидростатическое давление растет пропорционально глубине и на глубине 1000 м составляет около 10 МПа. Таким образом, морская вода представляет собой не только сложную, но и непостоянную по своим свойствам среду.

Скорость распространения акустических волн (скорость звука) в морской воде зависит от ее температуры, солености и гидростатического давления и находится в пределах 1440—1530 м/с. В практике ее усредняют и считают равной 1500 м/с (среднее значение скорости звука в воздухе 330 м/с). С повышением температуры, солености и глубины скорость звука возрастает, и наоборот. В основном скорость звука определяется температурой водной массы. Вследствие изменения скорости звуковые волны в слоисто-неоднородной среде моря распространяются по вертикали не прямолинейно. Их направление изменяется в сторону водных масс, где скорость распространения меньше (рис. 12). Такая криволинейность хода звуковых лучей называется рефракцией.

* Температура Цельсия (обозначается t) определяется выражением $t = T - T_0$, где T — температура Кельвина, $T_0 = 273$ К.

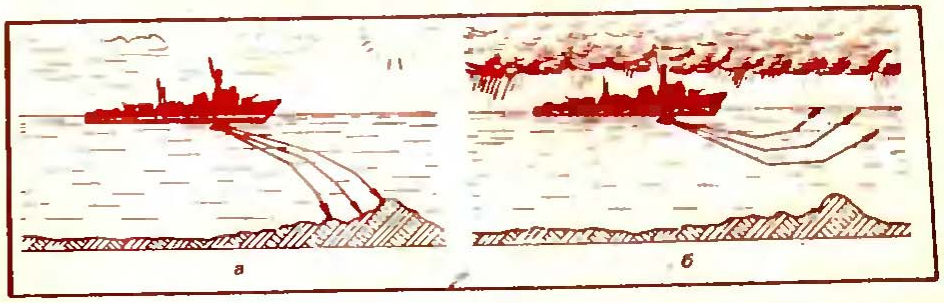


Рис. 12. Характер распространения звука в моря при направленном излучении:
а — летом; б — зимой

Распространение акустических волн в море сопровождается потерями звуковой энергии. Энергия, переносимая волнами, убывает, во-первых, за счет перераспределения по увеличивающейся фронтальной поверхности и, во-вторых, в результате рассеяния и поглощения (пространственного затухания). Рассеяние и поглощение энергии происходят вследствие неоднородности морской среды (в частности, наличия газовых пузырьков и солей), отражения и преломления на поверхностях дна и атмосферы, внутримолекулярных процессов, а также в результате рефракции и многих других причин. В этой связи дальность распространения акустической энергии шума корабля зависит в каждом случае от мощности и частоты его излучения, а также от гидрологических условий, определяющих в это время и в данном месте пространственное затухание волн, и может быть равна и десяткам метров, и десяткам километров.

Шум корабля-цели воспринимается в пассивных системах самонаведения торпед приемным устройством, в котором поступающая акустическая энергия преобразуется в электрическую. Приемниками в устройстве служат пьезоэлектрические или магнитострикционные преобразователи. В пьезоэлектрических преобразователях используют материалы, обладающие пьезоэффектом, — кварц (горный хрусталь) и сегнетову соль. В последнее время применяют более прочные и надежные в эксплуатации синтетические материалы — титанат бария, цирконат свинца. В магнитострикционных преобразователях используют никель, кобальт и их сплавы. Магнитострикционные преобразователи по сравнению с пьезоэлектрическими более прочны, обладают большими величинами относительной деформации, но менее чувствительны.

Электродвижущая сила, возникающая в преобразователе приемного устройства, пропорциональна звуковому давлению принимаемых волн. Величину ЭДС, приходящуюся на единицу звукового давления, называют чувствительностью приемника. Она зависит от частоты принимаемых звуковых колебаний и имеет наибольшее значение, когда частота принимаемых колебаний близка к собственной частоте преобразователя.

Если размеры поверхности приемника соизмеримы с длиной принимаемой звуковой волны или больше ее, приемник приобретает свойство направленности. Это значит, что напряжение на выходе приемника становится максимальным, когда направление на шумящий объект совпадает с направлением нормали к его поверхности. Зависимость электрического напряжения на выходе приемника от направления на источник звука обычно изображают так называемой диаграммой направленности (рис. 13), которая является характеристикой приемника. Направленность приемным устройствам придают в горизонтальной плоскости (для наведения торпед на надводные корабли) или в горизонтальной и вертикальной плоскостях одновременно (для наведения на подводные подки)

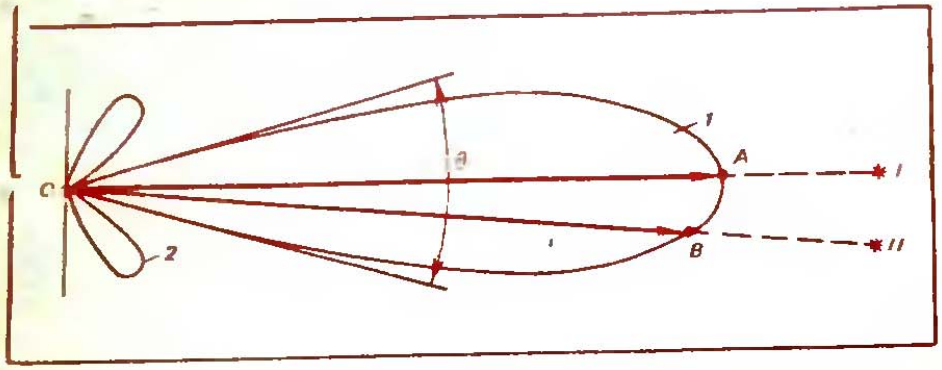


Рис. 13. Диаграмма направленности гидроакустического приемника (в полярных координатах): I, II — положения источника сигнала относительно приемника; *1* — основной (главный) лепесток; *2* — боковой лепесток; *OA*, *OB* — векторы напряжений, соответствующие сигналам на входе приемника; θ — угол охвата главного лепестка, характеризующий направленность приемника

Направленность приемника по напряжению оценивают величиной угла охвата главного лепестка характеристики. Необходимую направленность получают подбором формы и геометрических соотношений приемника.

Чтобы получить от корабля-цели более сильный сигнал, используют группы приемников, более острую направленность можно получить увеличением базы — расстояния между приемниками. Напряжение на выходе приемного устройства достигеет максимума, если нормаль к базе совладает с направлением на источник шума. На этом свойстве основано определение системой самонаведения направления на шумящую цель, т.е. ее пеленгование.

Пеленгование цели осуществляют различными методами, в том числе максимальным методом и методом равносигнальной зоны. При пеленговании максимальным методом диаграмма направленности приемного устройства торпеды поворачивается механическим или электрическим (с помощью компенсатора) способом в пределах определенного сектора поиска до тех пор, пока ее максимум не совладает с направлением на шумящий корабль (рис. 14, *а*). Положение диагреммы относительно продольной оси торпеды в этот момент определяет значение пеленга. Выработанное приемным устройством напряжение усиливается и подается в командно-анализирующий блок, где преобразуется в необходимую команду для перекладки рулей торпеды. Точность пеленгования цели максимальным методом невелика, так как в пределах некоторого угла чувствительные элементы приемного устройства не реагируют на изменение сигнала. Этот угол принято называть мертвым углом. Чем меньше мертвый угол, тем чувствительнее устройство и точнее определяется направление на цель.

При пеленговании цели методом равносигнальной зоны используются две взаимно пересекающиеся диаграммы двух групп приемников, расположенных симметрично относительно продольной оси торледы (рис. 14, *б*). В этом случае шум корабля-цели создает в группах приемников различные по величине электрические напряжения, которые могут быть одинаковы только при условии, если корабль-цель находится на направлении оси торледы (в равносигнальной зоне). Напряжения, возникшие в группах приемников и усиленные в усилительном устройстве, сравниваются в командно-анализирующем блоке, в результате чего вырабатывается разностный сигнал, величина и знак которого определяются положением цели относительно оси торпеды. Сигнал в виде напряжения подается в релейно-исполнительное устройство, которое перекладывает рули торпеды в сторону цели.

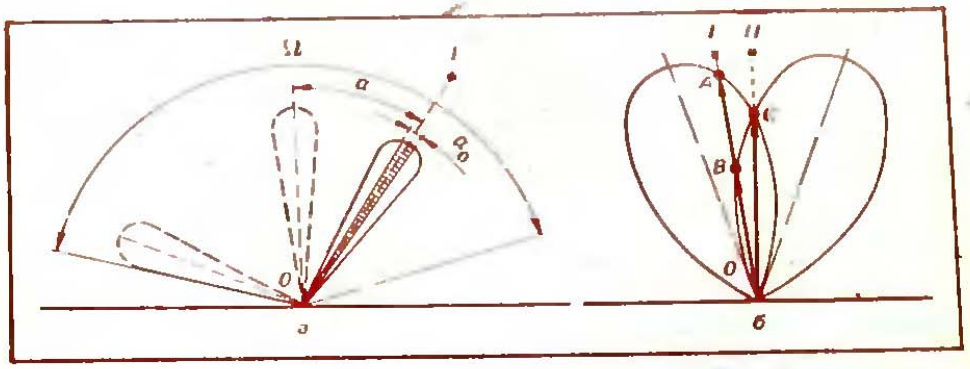


Рис. 14. Методы пеленгования корабля-цели: *а* — максимальный; *б* — равносигнальной зоны; I, II — положения корабля-цели; Ω — сектор поиска; α — пеленг на цель; α_0 — мертвый угол; *OA* — вектор напряжения в левой группе приемников; *OB* — вектор напряжения в правой группе приемников; *AB* — разность напряжений; *OC* — равносигнальная зона

Если при самонаведении вектор скорости торпеды в любой момент времени совпадает с направлением на цель, наведение осуществляется методом погони. Образующаяся при этом методе траектория может иметь сильно искривленный вид, особенно при встречнопересекающихся курсах корабля-цели и торпеды (рис. 15). Для самонаведения торпед могут применяться и другие методы.

Составляющая акустического поля корабля, воспринимаемая приемным устройством и несущая полезную информацию, называется сигналом. Одновременно с полезным сигналом на приемное устройство системы СН торпеды поступают посторонние звуковые колебания, существующие в морской среде постоянно, а также возникающие в ней периодически или случайно. Они называются естественными помехами. Их источниками являются шумы моря, а также собственный шум торпеды, появляющийся вследствие работы двигателя, движителя, вспомогательных механизмов, завихрения воды при обтекании корпуса. Помехи от собственного шума торпеды называются ходовыми.

Постороннее звуковое поле может быть создано противником преднамеренно с помощью специальных устройств. Помехи от такого поля называются искусственными. Для создания искусственных помех используют буксируемые, самоходные, дрейфующие или установленные на борту корабля-цели устройства (например, шумовое устройство "фоксер", буксируемое за кормой корабля; самоходное устройство Мк 30, имитирующее поля подводной лодки). Помехи не только маскируют полезный сигнал, затрудняют его выделение, но и могут при определенных условиях привести к ложному срабатыванию систем самонаведения и тем самым сбить торледу с траектории наведения на цель.

Для снижения естественных помех используют наиболее рациональные схемные решения в аппаратуре, осуществляют меры конструктивного и технологического характера в механизмах и корпусных узлах торпеды, применяют наиболее выгодные режимы движения торпеды по скорости, глубине и др. Зарубежные ученые считают, что защита пассивных акустических систем самонаведения от искусственных помех затруднительна, но в принципе возможна.

Вероятность обнаружения (выделения) полезного сигнала определяется отношением его к маскирующей помехе*. Если отношение сигнал/помеха на

* Маскирующая помеха — часть шумового фона, лежащая в частотном диапазоне сигнала.

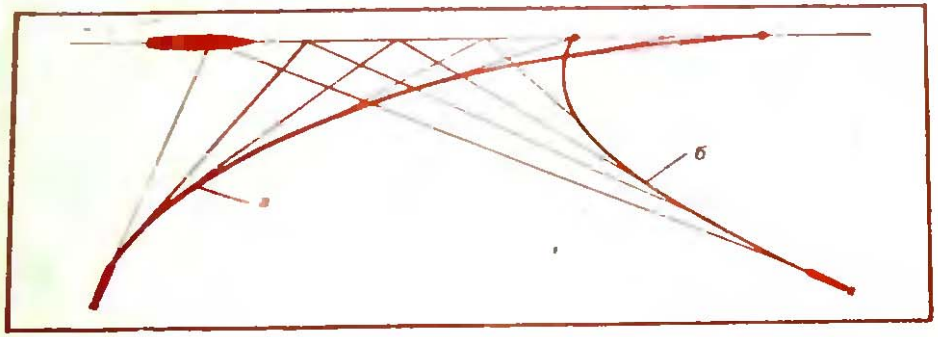


Рис. 15. Траектории торпед при самонаведении методом погони: *а* — курсы корабля и торпеды попутно пересекаются; *б* — курсы встречно пересекаются

входе приемника выше порога обнаружения системы, то полезный сигнал в смеси шумов присутствует, что говорит о наличии цели, и на управление рулями торпеды выдаются соответствующие команды. Если отношение сигнал/помеха меньше порога обнаружения, то сигнала нет и команды на рули не поступают.

Таким образом, дальность действия (радиус реагирования) пассивных акустических систем зависит от многих факторов: уровней шумов цели и помех, условий распространения акустической энергии (гидрологии моря), технических характеристик аппаратуры — и поэтому изменяется в широких пределах.

К достоинствам пассивных акустических систем самонаведения относят скрытность действия (при работе они не излучают никаких сигналов), сравнительно малые массы и габариты. Однако применение пассивных систем затруднительно при стрельбе торпедами по тихоходным и малошумным целям, а дальность действия их сильно зависит от величины ходовых помех.

Действие активных акустических систем самонаведения торпед основано на принципе активной гидролокации, т.е. излучении импульса звуковой энергии и последующем его приеме после отражения от обнаруженного объекта. Для излучения звуковой энергии используют свойство обратимости пьезоэлектрических и магнитострикционных преобразователей, т.е. способность не только воспринимать звуковые колебания, но и излучать их, если к преобразователю подвести переменный электрический ток. Подбором и размещением преобразователей добиваются лучшего эффекта от использования явления интерференции. За счет сложения и взаимного вычитания волн можно получить нужную форму диаграммы направленности: секторную узконаправленную, ножевую, игольчатую или иную.

Излучаемые акустические колебания создаются с помощью электрического генератора. После излучения импульса-посылки приемно-излучающее устройство переключается в режим приема колебаний, отраженных от объектов, находящихся на пути импульса-посылки (режим приема эхо-сигнала). Переключение производится коммутирующим устройством. Интервал времени от момента посылки до возвращения эхо-сигнала зависит от расстояния между торпедой и объектом и может достигать нескольких секунд.

Прием эхо-сигнала от корабля-цели в активных системах самонаведения, как и прием сигнала в пассивных, происходит на фоне помех. Одной из основных здесь выступает помеха реверберационная, возникающая в результате отражения и рассеяния излученной энергии неоднородными водными массами, неровностями дна, волнистой поверхностью моря и т.д. Реверберационная помеха маскирует полезный эхо-сигнал и затрудняет его обнаружение. Для

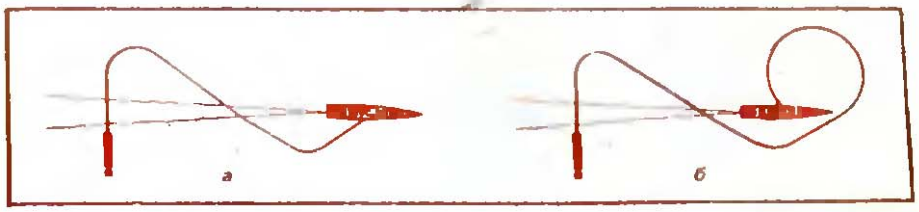


Рис. 16. Траектории торпед, наводящихся по кильватерному следу корабля-цели: *а* — при контактах с кильватерным следом; *б* — в случае потери контакта со следом

уменьшения влияния реверберации в приемно-излучающем устройстве применяют различные фильтры или сужают его диаграмму направленности.

Дальность действия (радиус реагирования) активных акустических систем самонаведения зависит от гидрологических условий, уровня помех, технических характеристик аппаратуры и звукоотражательной способности обнаруженной цели (ее формы, материала корпуса и конструкции) и поэтому непостоянна.

Активные акустические системы обеспечивают самонаведение торпед на малошумные, тихоходные и даже неподвижные корабли, однако по сравнению с пассивными эти системы более сложны, имеют большие массу и габариты. Недостатком активных систем считают также способность наводить торпеды на ложные объемные цели (движущиеся и неподвижные).

За рубежом разработаны образцы торпед с активно-пассивными системами самонаведения.

В журнале "International Defense Review" сообщались данные о системе самонаведения по кильватерному следу корабля-цели, применяемой в американской торпеде Мк 45F мод. 1. Электронная аппаратура этой системы выполнена с применением аналоговой и цифровой вычислительной техники. По мнению иностранных специалистов, это значительно упрощает управление торпедной стрельбой и обеспечивает большую вероятность поражения цели по сравнению с торпедами, не оснащенными электронной техникой. Для обнаружения кильватерного следа имеется индикатор, расположенный в передней части боевого зарядного отделения. Поскольку система самонаведения не акустическая, считают, что она защищена от любых естественных и искусственных акустических помех.

Торпеду, снабженную системой самонаведения по кильватерному следу, выстреливают так, чтобы ее траектория проходила за кормой корабля-цели (рис. 16). Система включается в действие до расчетной точки пересечения следа. При входе торпеды в кильватерный след индикатор воспринимает его и посылает команду на включение программного устройства. После первого пересечения следа прогреммное устройство поворачивает торпеду в сторону цели для второго и последующих пересечений. Повороты производятся с расчетом, чтобы торпеда входила в след под углом 30°. Это обеспечивает ей генеральную (догонную) скорость сближения с целью 35 уз. В случае потери контакта со следом программное устройство переводит торпеду для его поиска на циркуляцию. Генеральное направление движения по следу при самонаведении (в сторону цели) и величину начального угла поворота вводят в торпеду перед выстрелом.

Если торпеда в расчетной точке не пересекает кильватерный след (например, проходит впереди корабля-цели), программное устройство ведет торпеду по проложенному курсу на дополнительное заданное расстояние. Если и на этот раз след не обнаруживается, торпеда поворачивает на 180° и проходит двойное дополнительное расстояние, затем снова поворачивает на обратный курс, пока след не будет обнаружен. После поворотов направление движения торпеды по следу в сторону цели сохраняется.

Глава 5

НЕКОТОРЫЕ ОБРАЗЦЫ ТОРПЕД ИНОСТРАННЫХ ФЛОТОВ *

ТЕПЛОВЫЕ (ПАРОГАЗОВЫЕ) ТОРПЕДЫ

Торпеда Мк 48 мод. 1 (США), по сведениям из иностранной печати, предназначена для применения с подводных лодок против надводных кораблей и подводных лодок. Источником энергии служит жидкое унитарное топливо OTTO-II. Двигатель – поршневой мощностью 440 кВт, движитель – водометный. Механизмы работают с пониженной шумностью.

Торпеда снабжена системой телеуправления по проводам и акустической низкочастотной активно-пассивной системой самонаведения. Управление по проводам обеспечивается на дистанции до 18 км. Предусмотрена возможность передачи с торпеды на стреляющую лодку информации о состоянии проводов и захвате цели системой самонаведения. После захвата цели управление торпедой осуществляется системой СН. Зарубежные специалисты отмечают, что дальность действия системы самонаведения торпеды Мк 48 в полтора-два раза больше дальности систем других образцов иностранных торпед.

Торпеда Мк 48 мод. 3 – результат модернизации торпеды Мк 48 мод. 1. В этой модификации применено топливо того же типа, что и в мод. 1, но большей энергоемкости. Глубина хода торпеды увеличена. Система телеуправления позволяет дополнительно получать сведения о траектории движения торпеды и состоянии ее бортовой аппаратуры. По данным низкочастотной активной системы самонаведения вырабатываются сведения о маневрировании цели. Информация о движении корабля противника и торпеды воспроизводится на стреляющей подводной лодке на экране специального индикатора. Благодаря усовершенствованию системы управления возможно ведение стрельбы с сокращенным временем подготовки, что имеет особое значение при атаках с малых дистанций.

Отмечалось, что в результате внедрения новых технических решений торпеда Мк 48 мод. 3 стала глубоководной и быстроходной.

Торпеда Мк 46 (США), по свидетельству зарубежных печатных источников, – малогабаритная, самонаводящаяся, состоит на вооружении противолодочных надводных кораблей, противолодочной авиации, а также применяется в качестве боевой части противолодочных ракет АСРОК и в минах-торпедах "Кэптор". С самолетов и вертолетов (включая беспилотные) торпеду сбрасывают с парашютом при скорости полета до 740 км/ч. Типовая цель – атомная подводная лодка, имеющая скорость до 30–40 уз.

На флот торпеду поставляют в двух модификациях: Мк 46 мод. 0 – на твердом топливе и Мк 46 мод. 1 – на жидком топливе OTTO-II. Отмечается, что Мк 46 мод. 0 – первая американская торпеда на твердом топливе – более быстроходна и глубоководна по сравнению с Мк 46 мод. 1, рассчитана на одноразовое (боевое) применение. В торпеде Мк 46 мод. 1 установлен поршневой двигатель, который обладает высокой экономичностью и позволяет при практических стрельбах применять торпеду многократно.

* Тактико-технические данные торпед приведены в табл. 2.

Из иностранных публикаций известно, что дальность действия акустической активно-пассивной системы самонаведения торпеды превышает 1300 м. Система начинает поиск цели при погружении торпеды на установленную глубину и осуществляет его по заранее введенной программе. При обнаружении цели торпеда переводится в режим преследования с использованием только активного канала. В случае потери цели система СН переводит торпеду на повторный поиск. Выход торпеды на глубину менее установленной невозможен, поэтому наведение ее на надводный корабль также исключено.

Сообщалось, что торпеда Мк 46 мод. 1 проходит модернизацию. Особое внимание при этом уделяется снижению уровня ее собственных шумов, повышению помехоустойчивости и увеличению дальности действия системы самонаведения, а также совместимости с существующими системами стрельбы. Изучается возможность и целесообразность применения в торпеде ядерного заряда.

ВМС США добиваются ассигнований на создание малогабаритной противолодочной торпеды следующего поколения – ALWT. Не исключено, что в этом образце сохранятся основные конструктивные особенности торпеды Мк 46 мод. 1.

Торпеда NT-37C (США), по сведениям из журнала "International Defense Review", – один из образцов тепловых торпед, предназначенных на экспорт. Разработана на базе противолодочной торпеды Мк 37 и предназначена для стрельбы по быстроходным надводным и подводным целям с подводных лодок и надводных кораблей.

При резработке в торпеде Мк 37 электродвигатель и серебряно-цинковая батарея были заменены тепловой энергосиловой установкой торпеды Мк 46 мод. 1. Тепловой двигатель (массой 13,7 кг вместо 113,4 кг) обеспечил увеличение выходной мощности, в результате чего, как утверждают иностранные специалисты, скорость торпеды возросла на 40%, а дальность хода – на 100 %.

В системе самонаведения торпеды применена (без изменения массы) новая элементная база, отчего дальность действия системы увеличилась до 800 м.

Торпеда TP61 (Швеция), как сообщалось в иностранной печати, – телеуправляемая, предназначена для применения с подводных лодок и надводных кораблей против надводных кораблей. Диаметр ее 533 мм, длина 7,025 м, общая масса 1665 кг и масса заряда 250 кг. Энергосиловая установка обеспечивает при одинаковой скорости дальность хода в три раза больше, чем у ранее принятых на вооружение тепловых и электрических торпед.

Конструкция позволяет выстреливать торпеду из различных типов торпедных аппаратов с использованием различных приборов управления торпедной стрельбой и хранить в торпедном аппарате несколько месяцев без какого-либо обслуживания. Общий срок хранения торпеды без переборки при условии проведения ежегодных технических осмотров – 10 лет. При практических стрельбах торпеда допускает без переборки до 10 выстрелов. Отмечалось, что отклонение от курса в горизонтальной плоскости составляет не более 3% пройденной дистанции, а изменение скорости – около 3% номинальной.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТОРПЕДЫ

Торпеда Мк 45 АСТОР (США), по свидетельству иностранной печати, снабжена ядерным зарядом с тротиловым эквивалентом 10 кт. Может применяться с подводных подок и надводных кораблей как по надводным кораблям, так и по подводным лодкам. Торпеда телеуправляемая, самонаведения нет. Управление осуществляют по проводам до определенного намеченного расстояния. С приходом торпеды в назначенную точку производят подрыв

боевого заряда. Как утверждают иностранные специалисты, отклонение торпеды по направлению даже на максимальной дистанции (20 км) компенсируется силой взрыва ядерного заряда.

Торпеда Мк 45F (США) — один из образцов электрических торпед, предназначенных на экспорт. Она создана на базе торпеды Мк 45 АСТОР для стрельбы с подводных лодок и надводных кораблей по надводным кораблям. Разработаны две модификации торпеды: Мк 45F мод. 0 — без системы самонаведения и Мк 45F мод. 1 — с системой самонаведения по кильватерному следу корабля-цели. Обе модификации телеуправляемые, обе снабжены контактным и неконтактным взрывателями.

Дальность хода торпеды Мк 45F мод. 1 в зависимости от типа батареи (многоразовая или одноразовая) при скорости 40 уз составляет 10 и 13,7 км. Электродвигатель мощностью 118 кВт непосредственно связан с гребными валами, благодаря чему торпеда стала малошумной.

Ви На начальном участке траектории торпеда идет на маршевой глубине до (-35 м), а не доходя до расчетной точки пересечения кильватерного следа Значе ля-цели примерно 1,8 км, подвсплывает на боевую глубину, или глуцели атаки (2—15 м). Маршевую глубину и глубину атаки, а также дальность до расчетной точки пересечения следа вводят в торпеду перед выстрелом. Значение глубины атаки устанавливают в зависимости от осадки корабля-цели. Дальность до расчетной точки пересечения следа задают в соответствии с дальностью хода торпеды. По расчетам иностранных специалистов, эффективная дальность стрельбы (дальность, на которой вероятность попадания в цель достигает 80%) по целям, идущим со скоростью 25 и 15 уз, торпедами с дальностью хода 13,7 км составляет 7 и 10 км соответственно.

Торпеда может выстреливаться с включенной или отключенной системой телеуправления. При стрельба с телеуправлением целость проводов контролируется передачей тестового сигнала. Во время хода торпеды возможны коррекция дальности до расчетной точки пересечения кильватерного следа (через каждые 91 м) и направления (с интервалом 2°), а также передача команды на включение двигателя.

Напревляющие наделки на корпусе торпеды позволяют вести стрельбу из 533-мм торпедного аппарата. Нижняя направляющая наделка служит также для защиты провода телеуправления от повреждений при выстреливании и вывода его за зону действия гребных винтов. Из торпедного аппарата подводной лодки торпеда может выходить своим ходом.

Торпеда имеет повышенную безопасность в эксплуатации и требует минимального обслуживания. Срок хранения на борту носителя (без технического обслуживания) — до двух лет. На береговых и плавучих базах торпеда может храниться до пяти лет. Здесь торпеды подвергают проверкам: при приемке на хранение, перед выдачей на корабль, после двух лет хранения на борту носителя и после пяти лет хранения на базе. Проверка одной торпеды двумя опытными специалистами занимает около четырех часов. На этих же базах торпеды ремонтируют и приготавливают к выстрелу.

Для практических стрельб боевое зарядное отделение торпеды заменяют практическим, а аккумуляторную батарею одноразового действия — многоразовой, обеспечивающей до десяти выстрелов. Кроме того, торпеда снабжается отсеком с аппаратурой регистрации параметров хода и работы систем.

Торпеда Мк 24 "Тайгерфиш" (Англия), по данным иностранной печати, предназначена для поражения подводных лодок и надводных кораблей. Может применяться как с подводных лодок, так и с надводных кораблей. Имеет модульную конструкцию и изготавливается в трех вариантах: боевом, ректическом и учебном. Торпеда снабжена мощной электрической энергосиловой установкой, обеспечивающей два режима скорости, системами телеуправления и самонаведения.

Бортовая электронная вычислительная машина при телеуправлении замыкается на боевую информационную управляющую систему носителя. При самонаведении она рассчитывает элементы движения торпеды на траектории, определяет частоту посылки импульсов по мере приближения к цели и другие параметры.

Торпеда SUT (ФРГ) может применяться с подводных лодок и надводных кораблей как по подводным лодкам, так и по надводным кораблям. Снабжена системами телеуправления и самонаведения. В системе СН применены электронные узлы на интегральных схемах. Бортовая электронная вычислительная машина запоминает информацию о нескольких целях одновременно. Система имеет повышенную устойчивость к искусственно создаваемым помехам.

Тактико-технические данные некоторых иностранных торпед

Таблица 2

Образец торпеды	Диаметр, м	Длина, м	Масса общая, кг	Скорость км/ч (уз)	Дальность хода, км	Глубина хода, м	Масса заряда кг
		Тепло	*вые*				
Мк 48 мод. 1 (США)	533	5,8—6,2	1600	102 (55)	18	До 600	100—120
Мк 46 мод. 1 (США)	324	2,67	257	74 (40)	11	До 450	40
NT-37C (США)	482	•	•	59 (32)	15	До 300	150
		Электри	*ческие*				
Мк 45 АСТОР (США)	482	5,77	1080	74 (40)	20	15—300	•
Мк 45F мод. 1 (США)	482	5,70	•	74 (40)	10; 13,7	2—15	295
Мк 24 "Тайгерфиш" (Англия)	533	6,40	1550	•	•	До 450	180
SUT (ФРГ)	533	6,40	•	•	•	До 300	260
А-244 (Италия)	324	2,70	•	56 (30)	6	До 300	40
		Реакти	*вные*				
U-6 (Италия)	515	7,50	1000	•	•	•	300

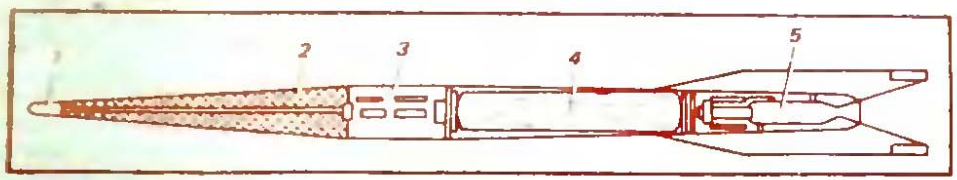


Рис. 17. Компоновочная схема итальянской реактивной торпеды U-6: *1* — устройство самонаведения; *2* — заряд ВВ; *3* — приборы управления; *4* — топливный бачок; *5* — двигатель

Торпеда А-244 (Италия) создана на базе американской торпеды Мк 44 и предназначена для поражения подводных лодок. Может применяться морской авиацией и надводными кораблями. Особенность торпеды — наличие акустической активно-пассивной системы самонаведения, устойчиво работающей в условиях мелководья. Безопасность движения торпеды вблизи дна обеспечивается бортовым высокочастотным гидролокатором. В торпеде предусмотрена защита от средств гидроакустического противодействия.

Торпеда TP42 (Швеция), как сообщалось в зарубежной печати, имеет модульную конструкцию, благодаря чему может состоять на вооружении морской авиации, подводных лодок и надводных кораблей. Применяется по подводным лодкам и надводным кораблям. Диаметр торпеды 400 мм, длина 2,4 м. Стрельбу можно вести с телеуправлением (для этого в торпеду устанавливают катушку с проводом) или без телеуправления (с дополнительными блоками батареи). Торпеды, применяемые по недводным кораблям, имеют дополнительный заряд взрывчатого вещества. Телеуправление кроме своего прямого назначения обеспечивает при самонаведении плавное регулирование скорости торпеды (в зависимости от интенсивности акустических помех). Система самонаведения рассчитана на работу в мелководных районах при сложных гидрологических условиях. С вертолета торпеду сбрасывают без парашюта.

РЕАКТИВНЫЕ ТОРПЕДЫ

Торпеда U-6 (Италия) — противолодочная реактивная самонаводящаяся. Формой напоминает авиационную ракету (рис. 17). Двигатель, работающий на высокоэнергоемком топливе — боране, обеспечивает движение в воде с высокой скоростью в течение 36 с. Масса топлива 180 кг. Отработавшие в двигателе продукты реакции топлива с забортной водой практически полностью растворяются в воде, что обеспечивает торпеде бесследность.

В США первые разработки реактивных торпед, по данным иностранной печати, относятся к 50-м годам. На испытаниях скорость торпед достигала 155 уз. В 70-х годах сообщалось об экспериментальных торпедах диаметром 152,4 и 254 мм, предназначенных для глубин 61 и 305 м соответственно. Обе торпеды снабжены маршевым и стартовым двигателями на твердом топливе.

В торпеде диаметром 152,4 мм маршевый двигатель снаряжался топливной шашкой торцевого горения, изготовленной из смеси на основе алюминия. Масса шашки 257 кг, время горения 16,5 с. Длина торпеды составляла 1676,4 мм, общая масса — 685 кг. Расчетная скорость 100 уз, дальность хода 850 м.

В торпеде диаметром 254 мм использовалась топливная шашка в виде трубы с внутренним радиальным горением, изготовленная из смеси высокой плотности. Масса шашки 268 кг, время горения 9,7 с. Длина торпеды составляла 4191 мм, общая масса — 617 кг. Расчетная скорость 200 уз, дальность хода 988 м.

В стартовых двигателях реактивных торпед считалось целесообразным использовать звездообразные шашки с внутренним радиальным горением, которые отличались кратковременным действием.

Глава 6

ТОРПЕДНЫЕ АППАРАТЫ И НОСИТЕЛИ ТОРПЕДНОГО ОРУЖИЯ

ТОРПЕДНЫЕ АППАРАТЫ

Торпедные аппараты (ТА) предназначены для выстреливания торпед и хранения их до выстрела. Основные различия ТА — количество и диаметр труб (который, как правило, соответствует диаметру помещаемых в них торпед). Другие конструктивные особенности связаны с местом установки ТА — на надводном корабле или на подводной лодке. Соответственно этим особенностям аппараты подразделяют на надводные и подводные.

Надводные ТА состоят из одной (рис. 18), двух или более (до пяти) труб. Аппараты могут быть неподвижные и поворотные. Неподвижные ТА (они занимают меньше места) размещают чаще всего внутри надстройки корабля под некоторым углом к продольной плоскости или перпендикулярно ей (т.е. по траверзу). На катерах неподвижные ТА закреплены по обеим сторонам палубы (с левого и правого бортов). Поворотные ТА монтируют на верхней палубе таким образом, чтобы ось поворотной платформы находилась в диаметральной плоскости корабля. В холодное время года необходимая температура в надводных аппаратах поддерживается электрическими грелками. На некоторых кораблях вместо торпедных аппаратов устанавливают торпедосбрасыватели.

Подводные ТА — однотрубные, неподвижные — устанавливают внутри прочного корпуса лодки в носовой и кормовой оконечностях (или только в носовой) обычно в два вертикальных ряда параллельно диаметральной плоскости. На некоторых типах зарубежных лодок аппараты располагают в два горизонтальных ряда (например, на американских подводных лодках типа "Скипджек" шесть аппаратов расположены по три в двух горизонтальных рядах). Это позволяет высвободить в носовой оконечности лодки дополнительный объем для антенн гидроакустических станций. В последнее время на американских подводных лодках типа "Трешер" и "Стерджен" для гидроакустических антенн выделяют весь объем в носовой части, а торпедные аппараты устанавливают в районе перехода первого отсека лодки во второй по бортам под углом 10° к диаметральной плоскости.

Подводные ТА герметично закрываются передней (внешней) и задней крышками. При закрытой передней крышке и открытой задней торпеду заряжают в аппарат или выгружают из него. При закрытой задней крышке и открытой передней торпеду выстреливают. Для предотвращения одновременного открытия обеих крышек аппараты снабжены механизмом блокировки.

По сообщениям иностранной печати, некоторые типы сверхмалых подводных лодок не имеют торпедных аппаратов. Вместо них для торпед (одной или двух) под лодочным корпусом монтируют специальные подвески.

Чтобы торпеда при заряжании (или выгрузке), хранении и выстреле не вращалась в трубе торпедного аппарата, внутри трубы сверху по всей ее длине проложен паз, по которому проходят наделки, закрепленные на торпеде. С помощью этих наделок и специального механизма торпеда удерживается от произвольного перемещения вдоль трубы (особенно при качке ко-

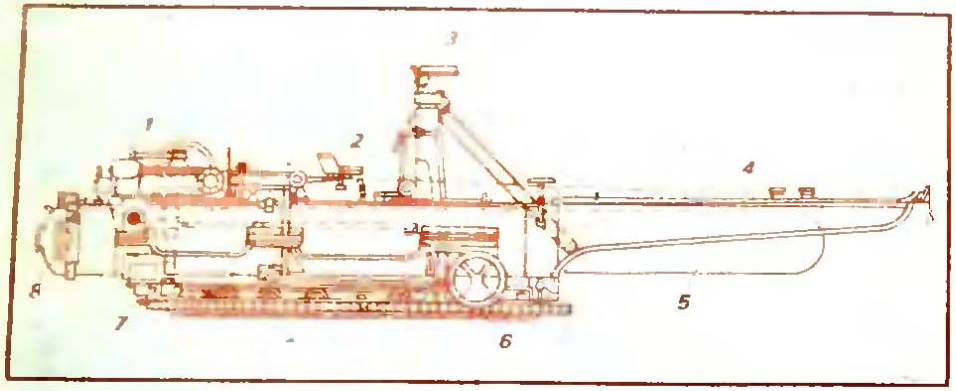


Рис. 18. Схема торпедного аппарата надводного корабля: *1* – прибор управления вращением ТА; *2* – место наводчика; *3* – аппаратный прицел; *4* – труба ТА; *5* – торпеда; *6* – неподвижное основание; *7* – поворотная платформа; *8* – крышка ТА

рабля). Аппараты снабжены также приборами (механическими или электрическими) для ввода начальных установок в торпеду перед выстрелом. Выстреливание производят с помощью стреляющих устройств.

Из надводных ТА торпеды выстреливают с помощью пороховых газов или сжатого воздуха (пневматически). В первом случае воспламенение выбрасывающего порохового патрона вызывается накопом капсюля патрона ударным механизмом или воспламенением электрозапала. Во втором случае в кормовую часть аппарата впускают воздух высокого давления. В аппарате имеется так называемый курковый зацеп. В момент сдвига торпеды зацеп откидывает ее курок, в результате чего замыкается цепь запуска двигателя. При входе торпеды в воду эта цепь срабатывает, и торпеда начинает самостоятельное движение.

Из подводных ТА торпеды выстреливают воздухом высокого давления. При этом из аппарата выталкивается и вода, заполнявшая зазор между трубой аппарата и торпедой. После выстрела аппарет произвольно заполняется забортной водой. Перед повторным заряжанием в торпедный аппарат с закрытыми крышками подают сжатый воздух, и вода вытесняется в специальные цистерны (для сохранения дифферента лодки необходимо компенсировать часть массы выстреленной торпеды). В осушенный аппарат заряжают другую торпеду.

На атомных подводных лодках ВМС США и Англии, как сообщалось в зарубежной печати, применяется пневмогидравлическая система торпедной стральбы. Здесь сжатый воздух для выстрела торпедой подают не в торпедный аппарат, а в специальный пневмоцилиндр с поршнем (рис. 19). Последний штоком жестко связан с поршнем гидроцилиндра, который в свою очередь через клапан подачи воды соединен с полостью ТА. Перед выстрелом торпедный аппарат и переднюю полость гидроцилиндра заполняют забортной водой. Одновременно через клапан забортной водой заполняют тыльную полость гидроцилиндра.

При срабатывании механизма стрельбы сжатый воздух, впущенный из баллона через боевой клапан в пневмоцилиндр, резко перемещает его поршень и связанный с ним поршень гидроцилиндра. Вода из передней полости гидроцилиндра под большим давлением через клапан поступает в торпедный аппарат и выталкивает торпеду. Поршень пневмоцилиндра при этом перемещается относительно легко, так как гидравлическая нагрузка на него со стороны поршня гидроцилиндра сравнительно мала (она приложена лишь к што-

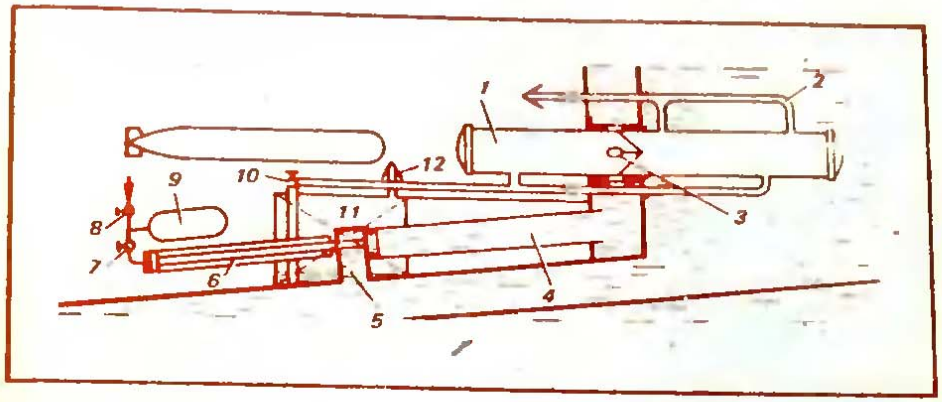


Рис. 19. Схема пневмогидравлической системы стрельбы торпедного аппарата подводной лодки: *1* – торпедный аппарат; *2* – трубопровод продувки и осушения ТА: *3* – клапан подачи воды в ТА; *4* – водяной цилиндр пневмогидравлического толкателя; *5* – забортный клапан; *6* – воздушный цилиндр пневмогидравлического толкателя; *7* – боевой клапан; *8* – клапан воздуха высокого давления; *9* – боевой баллон; *10* – клапан затопления и осушения ТА; *11* – цистерна кольцевого зазора; *12* – трубопровод продувания и осушения цистерны кругового зазора

ку небольшого диаметра). По мнению зарубежных специалистов, пневмогидравлическая система позволяет выстреливать торпеду на любой глубине погружения лодки (вплоть до предельной), причем бесшумно и беспузырно.

В зарубежной печати отмечалось, что на всех современных иностранных подводных лодках такие операции, как подача торпед в торпедные аппараты, открытие и закрытие крышек аппаратов, заполнение аппарата водой перед выстрелом, ввод начальных установок в торпеды, выстреливание торпед, а также перезарядка аппаратов, полностью автоматизированы. При этом указывалось, что гидравлическое устройство заряжания обеспечивает перезарядку аппаратов торпедами за четыре минуты.

В противолодочных ракетах, минах и на авиационных носителях предусмотрены специальные устройства, которые не только надежно крепят торпеды в процессе хранения, но и обеспечивают своевременное отделение их от ракеты, мины или самолета (вертолета) при боевом применении.

По сообщениям зарубежной печати, в одном из вариантов противолодочной ракеты АСРОК в качестве боевой части применяется малогабаритная торпеда Мк 44 или Мк 46. Торпеда, соединенная с ракетным двигателем алюминиевым корпусом и снабженная тормозным парашютом, закрывается спереди кожухом-обтекателем. Готовые к пуску ракеты хранятся в кассетах корабельной пусковой установки (рис. 20, *а*). Во время полета противолодочной ракеты торпеда отделяется от ракетного двигателя. Тормозной парашют раскрывается за две секунды до входа торпеды в воду и к моменту приводнения резко уменьшает ее скорость. При приводнении парашют и кожух-обтекатель отделяются от торпеды.

Крылатая противолодочная ракета МАЛАФОН несет 533-мм самонаводящуюся торпеду, которая входит в корпус ракеты на две трети своей длины. В полете за 400 м до места приводнения торпеды раскрывается тормозной парашют. После снижения скорости до необходимой ракета и парашют отделяются, и торпеда входит в воду. Пусковая установка ракеты – открытого типа (рис. 20, *б*).

В противолодочной ракете "Икара" боевой частью служит американская самонаводящаяся торпеда Мк 44, которая подвешивается под ее корпусом.

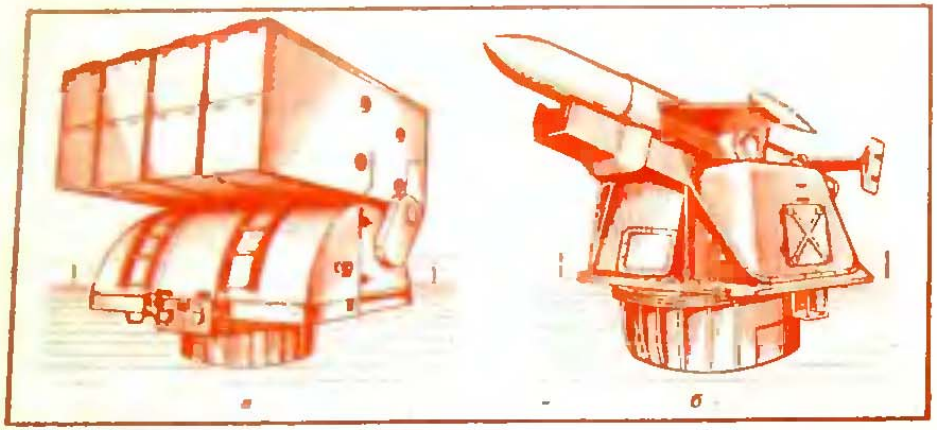


Рис. 20. Пусковые установки противолодочных ракет-торпед: *а* – АСРОК (США); *б* – МАЛАФОН (Франция)

К торпеде крепится тормозной парашют, раскрывающийся в конце полета после отделения ракеты. Парашют гасит скорость торпеды до момента приводнения и отделяется при входе торпеды в воду.

Как сообщалось в зарубежной печати, в США исследовалась возможность применения в качестве боевой части противолодочной ракеты "Саброк" торпеды Мк 46 (в основном варианте боевой частью ракеты "Саброк" служит глубинная бомбе с ядерным зарядом). На подводной лодке рекету размещают в 533-мм торпедном аппарете, поэтому специальная стартовая установка для нее не требуется.

Противолодочная мина (мина-торпеда) "Кэптор" представляет собой сочетание противолодочной малогабаритной торпеды Мк 46, которая служит боевой частью, с минным якорным устройством и различными минными приборами. Торпеда находится в алюминиевом контейнере, который удерживается на глубине 700–800 м якорным устройством. При обнаружении цели дежурным каналом мины-торпеды крышка контейнера автоматически откидывается, соединительные устройства освобождают торпеду, двигатель ее запускается и она выходит из контейнера. Выйдя из контейнера, торпеда производит поиск цели и при обнаружении ее включается в режим самонаведения.

Основу самотранспортирующейся мины СЛИМ составляет дальноходная торпеда, к которой вместо боевого зарядного отделения присоединена мина с бризантным зарядом и различными неконтактными взрывателями высокой чувствительности. Мину выстреливают из торпедного аппарата подводной лодки как обычную торпеду. По выходе из торпедного аппарата самотранспортирующаяся мина движется в заданном направлении и в назначенной точке погружается на дно, после чего действует как донная мина.

В самолетах (вертолетах) противолодочные торпеды и мины "Кэптор" резмещают внутри фюзеляжа (в бомбовом отсеке) или на подвесках снаружи. Сбресывание их происходит автоматически или от ручного нажатия кнопки пульта упревления сбросом в момент прихода носителя в назначенную точку. Большинство торпед (мин-торпед) перед погрузкой в самолет или подвеской укомплектовывают тормозными парашютами, снижающими скорость их полета до приводнения. При входе их в воду парашют отделяется.

НОСИТЕЛИ ТОРПЕДНОГО ОРУЖИЯ

В иностранных военно-морских флотах основными носителями торпедного и ракетно-торпедного оружия являются противолодочные корабли, составляющие среди надводных кораблей наиболее многочисленную группу. Прежде всего, это крейсера и эскадренные миноносцы, способные длительное время действовать на большом удалении от своих баз. Помимо торпед и противолодочных ракет АСРОК, МАЛАФОН, "Икара" на этих кораблях размещают самолеты и вертолеты с торпедами и другими видами противолодочного оружия (в составе военно-морских сил США имеются специальные противолодочные авианосцы и вертолетоносцы – табл. 3). Другую часть группы представляют сторожевые корабли и быстроходные катера, которые могут вести поиск и уничтожение подводных лодок в неудаленных, прибрежных районах (морских или океанских).

В последнее время активное развитие получили высокоскоростные корабли на подводных крыльях и катера на воздушной подушке, способные весьма успешно действовать против подводных лодок. Утверждают, что они малошумны (их звуковая энергия слабо проникает в глубь моря) и поэтому плохо обнаруживаются гидроакустическими средствами подводных лодок. Малая, иногда нулевая осадка, высокая скорость (до 90 уз) и слабые физические поля в воде, на которые могут реагировать торпедные неконтактные системы (самонаведения и взрывателя), делают такие корабли почти неуязвимыми для торпед.

Торпедами и противолодочными ракетами в зарубежных флотах вооружены также так называемые многоцелевые надводные корабли, предназначенные для действий на морских коммуникациях, выполнения конвойных функций и т.д. Довольно мощное противолодочное вооружение для самообороны несут ракетные крейсера. Но как средство борьбы с надводными кораблями торпедное оружие сохренено только на отдельных американских и французских надводных кораблях.

Таблица 3

Противолодочное вооружение некоторых надводных кораблей

Тип корабля	Торпедные аппараты (число, ТА, количество труб в ТА, диаметр труб)	Пусковые установки (число ПУ, количество ракет в ПУ, тип ракет)	Самолеты и вертолеты (число, тип)
Ракетный крейсер "Тракстан" (США)	2x3 – 324 мм; 2x1 – 533 мм	1x2 – АСРОК	•
Ракетный крейсер "Витторио Венето" (Италия)	2x3; 9x1	1x2 – АСРОК	9 – АВ 204 В
Эскадренный миноносец "Спруенс" (США)	2x3 – 324 мм	1xВ – АСРОК	2 – "Пэмпс"
Эскадренный миноносец "Митчер" (США)	2x3 – 324 мм; 4x1 – 533 мм	1xВ – АСРОК	•
Эскадренный миноносец "Турвиль" (Франция)	2x1 – 533 мм	1x1 – МАЛАФОН	•
Эскадренный миноносец "Перт" (Австралия)	•	2x1 – "Икара"	•
Сторожевой корабль "Нокс" (США)	2x3 – 324 мм; 2x1 – 533 мм	1xВ – АСРОК	•

Торпеды состоят на вооружении подводных лодок всех типов. Наибольшее значение придается оснащению ими многоцелевых атомных лодок, предназначенных как для нанесения ударов по надводным кораблям и судам противника, так и для борьбы с подводными лодками. Часть многоцелевых лодок (например, в американском флоте) строят специально в противолодочном варианте. Они обладают меньшей шумностью и более высокими скоростями, оборудованы мощными гидроакустическими средствами. Как многоцелевые, так и противолодочные атомные и дизельные лодки вооружены кроме телеуправляемых и самонаводящихся торпед противолодочными ракетами "Саброк".

На подводных ракетоносцах торпедное и противолодочное ракетное оружие играет вспомогательную роль и предназначено в основном для самообороны. На сверхмалых подводных лодках, которые также имеются в составе ВМС многих капиталистических стран, торпеды предназначены главным образом для диверсионных действий.

Дизельные подводные лодки имеют по 8—10 торпедных аппаратов, а некоторые, например французская лодка "Дафнэ", — 12 аппаратов. Атомные подводные лодки стран НАТО, как правило, имеют до 8 торпедных аппаратов. Однако оснащение подводных лодок системами с высоким уровнем автоматизации, в том числе автоматизированными устройствами заряжания, привело к уменьшению числа аппаратов до четырех (как пример можно назвать американские подводные лодки типа "Лос-Анджелес" и "Стерджен"). Сверхмалые подводные лодки имеют один или два торпедных аппарата. Запасные торпеды почти на всех типах подводных лодок размещают в отсеках на специальных стеллажах. Общее количество торпед, находящихся в аппаратах и на стеллажах подводной лодки, может достигать 40.

Носителями противолодочных торпед и мин-торпед в авиации иностранных ВМС являются базовые и палубные самолеты и вертолеты, действующие соответственно с береговых баз и с палуб авианосцев, вертолетоносцев и других авианесущих кораблей. В последнее время отчетливо проявилось стремление к созданию многоцелевых самолетов и вертолетов, способных выполнять поиск и уничтожение подводных лодок.

Базовая противолодочная авиация, как утверждают зарубежные специалисты, позволяет вести эффективный поиск подводных лодок противника и уничтожать их в удаленных морских и океанских районах. У палубной авиации, кроме того, есть возможность расширить "поле видимости" авианесущего корабля. При этом увеличивается длительность слежения за обнаруженной целью, возрастает вероятность ее поражения. Самолеты палубной авиации могут создавать подводным лодкам условия, неблагоприятные для уклонения от противолодочных надводных кораблей противника.

Базовые самолеты стран НАТО типа Бреге 1150 "Атлантик" вмещают в отсек до восьми противолодочных торпед. Американские палубные противолодочные самолеты "Викинг" принимают в отсек и на наружные подвески до четырех торпед. Вертолеты берут на борт от двух до четырех торпед (например, американский вертолет "Си Кинг" — четыре, английские вертолеты "Уосл" и "Уэссек" — по две, итальянский многоцелевой вертолет А/В-212 — две, американский вертолет-разведчик "Хьюз" — две торпеды). Большинство самолетов и вертолетов могут иметь на вооружении помимо торпед другие виды противолодочного оружия.

Для борьбы с подводными лодками в ряде капиталистических стран созданы летающие лодки (Япония) и самолеты со складывающимися поплавками (США), изучается возможность применения дирижаблей (Англия). Один из вариантов оружия этих носителей — самонаводящиеся торпеды (например, четыре торпеды на японской летающей лодке).

Глава 7

БОЕВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ТОРПЕДНОГО ОРУЖИЯ

БОЕВЫЕ УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

За рубежом считают, что в возможных военных конфликтах боевые действия на море будут носить более скоротечный характер и отличаться большей результативностью по сравнению с прошлым. Поэтому одно из важнейших условий эффективного применения оружия — сокращение времени от момента поступления сигнала об обнаружении цели, принятого системой управления, до момента встречи снаряда с целью или подхода его к цели на расстояние радиуса поражения.

Любой носитель оружия (корабельный или авиационный) представляет собой систему человек — техника, в которой с большой скоростью происходит множество разнообразных сложных процессов. Значительный объем информации и скоротечность ее изменения могут стать причиной того, что функции человека — своевременное осмысление обстановки, принятие на этой основе оптимальных решений и четкая их реализация — окажутся за пределами его интеллектуальных и физических возможностей. По этой причине для сбора информации и анализа ее (с учетом дезинформации противника), своевременной выработки правильных действий и точного решения задачи встречи торпеды (ракеты-торпеды) с целью на кораблях и самолетах (вертолетах) ВМС многих капиталистических стран используют боевые управляющие системы, созданные на базе электронной вычислительной техники и современных средств автоматизации. Аппаратура систем имеет, как правило, блочное (модульное) исполнение, благодаря чему может быть установлена на различных по конструкции кораблях. Это исключает необходимость разработки для каждого из них специальной управляющей системы (например, американская система Мк 113 допускает размещение ее на различных типах подводных лодок).

Приборы, непосредственно относящиеся к торпедным стрельбам или пускам ракет-торпед, сосредоточены в центральном посту. Результаты решения задач, связанных с применением оружия, непрерывно отображаются знаками (символами) или цифрами на специальных экранах-индикаторах. В некоторых боевых управляющих системах имеются два экрана: на одном отображается тактическая обстановка, на другом — данные для применения оружия. На авиационных носителях используют боевые поисково-прицельные управляющие системы.

Для решения задачи встречи торпеды или противолодочной ракеты с целью в боевые управляющие системы носителя непрерывно поступают текущие данные о цели — от средств обнаружения и целеуказания и о самом носителе — от собственных навигационных систем и приборов.

Средства обнаружения и целеуказания осуществляют поиск и классификацию целей. Они же непрерывно определяют координаты целей (как пра-

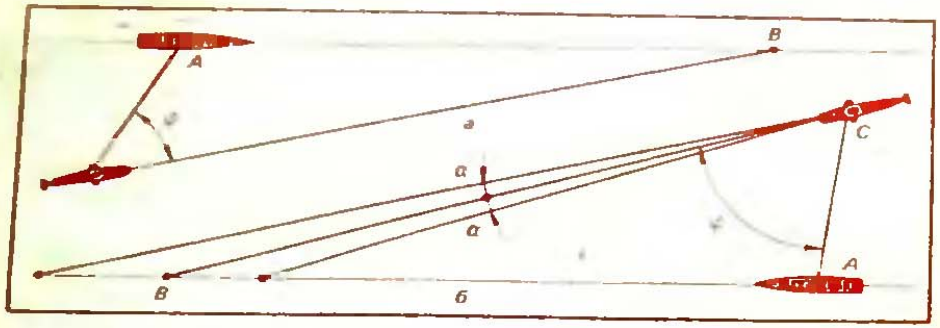


Рис. 21. Методы стрельбы торпедами: *а* — одной торпедой в упрежденную точку; *б* — трехторпедным залпом с углом растворения; *А* — корабль-цель; *В* — расчетная точка встречи торпеды с целью (упрежденная точка); *С* — точка залпа; *φ* — расчетный угол упреждения; *α* — угол растворения торпед в залпе

вило, автоматически) и параметры их движения, которые затем выдаются в боевую управляющую систему. Современные радиолокационные и гидроакустические средства целеуказания обладают большой дальностью действия и высокой надежностью. Они стали неотъемлемой частью вооружения носителей, без них в настоящее время не мыслится применение какого-либо оружия.

Информация о цели может поступать также от самолетов (вертолетов), радиогидроакустических буев и других технических средств. Военно-морская авиация иностранных флотов для поиска морских целей использует кроме радиолокационных и гидроакустических средств магнитные обнаружители, телевизионную аппаратуру, инфракрасные станции переднего обзоре, анализаторы выхлопных газов дизелей подводных лодок и т.п. Вместе с тем поиск и классификация морских целей и сегодня представляют немалые трудности. В первую очередь это относится к поиску подводных лодок, способных развивать большие скорости и погружаться на большие глубины. Зарубежные военно-морские специалисты считают, что в борьбе с современными подводными лодками главная задача — это их обнаружение.

На основе поступающей информации корабельные боевые управляющие системы непрерывно до момента выстрела (старта) рассчитывают позицию корабля для применения оружия и вырабатывают данные, которые автоматически вводятся как в приборы наведения торпедного аппарата (ракетной пусковой установки), так и в бортовую систему торпеды (ракеты-торпеды). Авиационные боевые управляющие системы рассчитывают боевой курс носителя и позицию сбрасывания противолодочной торпеды.

МЕТОДЫ БОЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ ТОРПЕД

Основным методом стрельбы прямоидущими торпедами (с автономными системами управления движением) с надводных кораблей и подводных лодок по надводным кораблям считается метод, при котором теоретическая часть задачи сводится к точному расчету в торпедном треугольнике (рис. 21) угла упреждения, образованного пеленгом со стреляющего корабля на корабль-цель и направлением движения торпеды в точку встречи (упрежденную точку). Угол упреждения рассчитывают, исходя из данных о курсе и скорости корабля-цели и скорости торпеды. Точку залпа — позицию стреляющего корабля относительно цели (по дальности и направлению) — определяют с учетом дальности хода торпеды.

При стрельбе в упрежденную точку одиночной прямоидущей торпедой возможен промах (вследствие погрешности в определении параметров движения цели, их изменения за время хода торпеды, отклонения параметров движения торпеды от заданных и т.п.). Для повышения вероятности попадания в предполагаемое место прихода цели выпускают одновременно несколько торпед (залпом) с углом растворения (веером). Рассчитанный угол растворения вводится в приборы курса торпед или в прибор разведения труб (в поворотных торпедных аппаратах). В другом варианте залп может состоять из нескольких торпед, выпускаемых последовательно с заданным временным интервалом и идущих параллельными курсами. Как сообщалось в зарубежной печати, вероятность попадания в корабль-цель хотя бы одной торпедой залпа значительно выше, чем при стрельбе одиночной торпедой.

Наиболее результативной считают стрельбу по кораблям и судам конвоя торпедами, снабженными приборами маневрирования.

Стрельбу телеуправляемыми торпедами ведут, как правило, одиночными выстрелами. Во время движения этих торпед системы телеуправления сводят к минимуму ошибки, допущенные в расчетах перед выстрелом, а также учитывают изменения в условиях стрельбы, возникающие за время движения, благодаря чему вероятность попадания в цель становится достаточно высокой.

Управление движением торпед по проводам осуществляют методом совмещения или методом наведения в упрежденную точку. При методе совмещения на выстреленную торпеду посылают команды, вырабатываемые счетно-решающим устройством боевой управляющей системы носителя для удержания ее на линии стреляющий корабль — цель (линию называют пеленгом). Наблюдая за положением цели на экране-индикаторе, оператор корректирует траекторию торпеды. Телеуправляемая торпеда может быть выстрелена кораблем практически в момент обнаружения цели по текущему пеленгу и ориентировочной дальности без знания данных о параметрах ее движения и без предварительных расчетов точки встречи с целью, что позволяет сократить время на подготовку к выстрелу.

При методе наведения в упрежденную точку телеуправляемую торпеду выстреливают в точку встречи, рассчитанную по первичным приближенным параметрам движения цели. По мере их уточнения вырабатываются новые упрежденные точки и соответствующие команды, которые по проводам посылаются на торпеду для корректировки ее траектории.

В иностранной печати сообщалось, что некоторые боевые управляющие системы кораблей обеспечивают управление одновременно четырьмя телеуправляемыми торпедами, выстрелянными по двум целям.

Стрельбу самонаводящимися торпедами выполняют, как правило, одиночными выстрелами в упрежденную точку, определенную счетно-решающим устройством боевой управляющей системы корабля. Включение системы самонаведения торпеды в режим поиска осуществляется автоматически на безопасном для стреляющего корабля расстоянии. Управление движением торпеды по заданному направлению до обнаружения цели аппаратурой СН обеспечивается автономной системой управления.

Методы стрельбы из неподвижных и подвижных торпедных аппаратов принципиально одинаковы. Однако неподвижность аппаратов налагает оп-

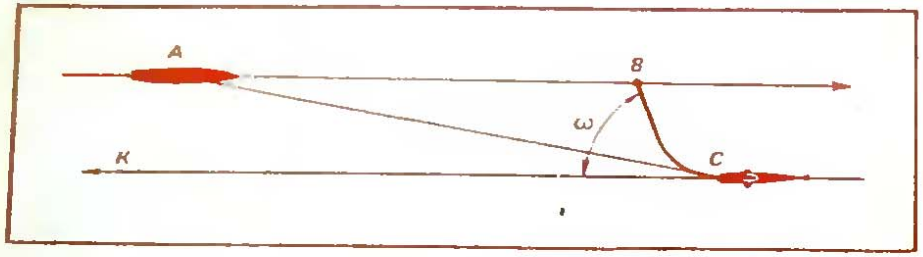


Рис. 22. Метод стрельбы из неподвижного ТА с углом начального поворота торпеды: *A* — корабль-цель; *B* — рассчетная точка торпеды с целью; *C* — точка залпа; *K* — курс ПЛ в момент залпа; *ω* — угол начального поворота торпеды

ределенные ограничения на выбор способа прицеливания (для торпед с ТУ и СН). Направление движения торпеды в этом случае задают либо вводом в прибор курса (прибор маневрирования) рассчитанного угла начального поворота (рис. 22), либо выдерживанием соответствующего курса корабля.

Боевое применение противолодочных ракет-торпед основано на сочетании тактических преимуществ — высокой скорости и большой дальности полета ракеты в воздухе с самонаведением торпеды в воде. Надводные корабли — носители ракетно-торпедного оружия — способны быстро наносить удары по подводным лодкам с большой дистанции без нарушения походного строя (ордера). Тем самым упреждается удар противника из глубины.

Противолодочная ракета АСРОК доставляет торпеду к цели, находящейся на расстоянии 1,6—9 км от носителя. Пуск ракет производится одиночно или залпом — от двух до восьми ракет в залпе. Пройдя активный участок, ракета достигает высоты 2600 м и далее летит по баллистической траектории. Боевая часть отделяется по сигналу реле времени, ее движение тормозится с помощью парашюта (рис. 23).

Наведение пусковой установки, смонтированной на поворотном основании (350°), и подготовка комплекса к пуску полностью автоматизированы. ЭВМ с учетом скорости, курса и углов качки своего корабля, параметров движения обнаруженной подводной лодки, а также скорости и направления ветра рассчитывает упрежденное место цели, угол горизонтальной наводки пусковой установки и угол возвышения (до 85°) направляющих, зависящий от дальности полета ракеты.

Система управления стрельбой обеспечивает наблюдение за боевой обстановкой и слежение за полетом ракеты-торпеды. Это позволяет кораблю, входящему в состав сил охранения конвоя, атаковать подводную лодку, не покидая своего места в строю и не изменяя курса. Таким образом, командир подводной лодки не может знать об атаке до того момента, пока боевая часть ракеты-торпеды не войдет в воду. Время на уклонение лодки от торпеды сокращается до минимума.

Крылатая противолодочная ракета МАЛАФОН рассчитана на дальность полета 13—17 км. Пуск ракеты производится автоматически с разворотом пусковой установки в направление на цель. На активном участке траектории (примерно треть дистанции полета) движение осуществляется с изменением высоты по заданной программе. В рассчетной точке ракетный двигатель отделяется, и ракета-торпеда продолжает полет со скоростью 200 м/с

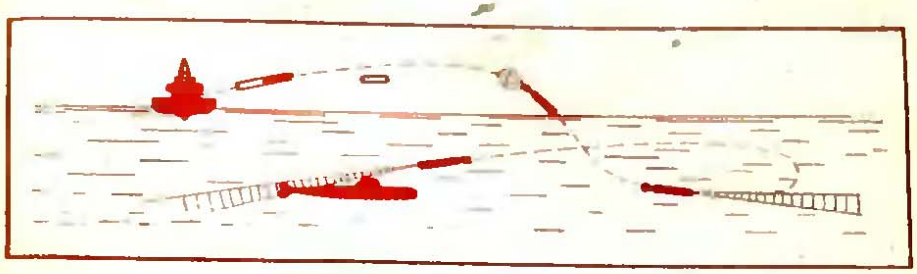


Рис. 23. Схема боевого применения противолодочной ракеты АСРОК (США)

на высоте около 100 м. При необходимости курс корректируется радиокомандами со стреляющего корабля. В заранее вычисленной точке раскрывается тормозной парашют. Скорость движения резко падает, торпеда отделяется от носителя и входит в воду.

Противолодочная ракета "Икара" пролетает в воздухе расстояние 24 км со скоростью 200 м/с. Максимальная высота траектории 300 м. Принцип управления ракетой в полете такой же, как и в комплексе МАЛАФОН.

Противолодочная ракета "Саброк", боевой частью которой служит глубинная бомба или торпеда, запускается из торпедного аппарата подводной лодки, находящейся в подводном положении. На начальном участке траектории (в полете) управление ракетой осуществляется с помощью автономной инерциальной системы, на конечном участке движение происходит со сверхзвуковой скоростью по баллистической кривой. Максимальная дальность полета 55—60 км (рис. 24).

Торпеда, доставленная ракетой на заданное расстояние к месту нахождения подводной лодки-цели и освобожденная от ракетных устройств, входит в воду. В момент приводнения запускается ее двигатель и включается система самонаведения. На установленной глубине торпеда начинает поиск цели по заданной программе (например, описывая циркуляцию в горизонтальной плоскости). Если цель не обнаружена, поиск продолжается с одновременным заглублением до предельной, заранее установленной глубины. Если и тогда цель не обнаружена, торпеда, продолжая циркуляцию, всплывает до минимальной, заранее установленной глубины. При обнаружении цели аппаретура переключается на самонаведение. Если цель в процессе поиска не будет обнаружена, а энергорасурсы окажутся израсходованными, торпеда тонет.

Торпедометание (сбрасывание) противолодочных торпед с авиационных носителей (самолетов и вертолетов) выполняют подобно горизонтальному бомбометанию. Атаку начинают после получения стабильного отображения цели на экране-индикаторе поисково-прицельной управляющей системы, определения ее и своих координат и вычисления точки сбрасывания. При атаке носитель набирает определенную высоту, выходит на расчетный боевой курс и в зедаиной точке производит сброс. При входе торпеды в воду запускается двигатель, и торпеда, выполняя запрограммированную траекторию, осуществляет поиск цели, а после ее обнаружения — самонаведение.

Иностранные специалисты считают, что для повышения вероятности поражения цели следует производить одновременный сброс нескольких торпед с различными установками глубины поиска.

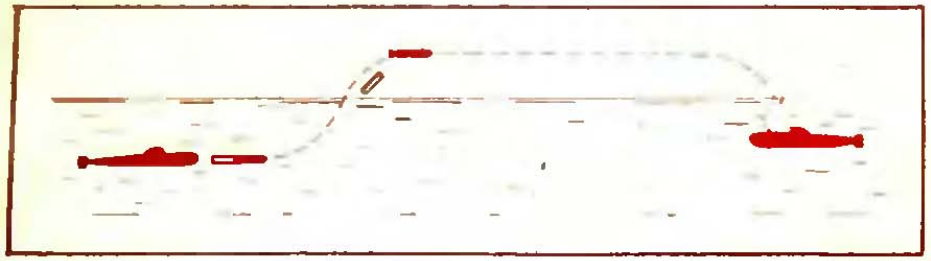


Рис. 24. Схема боевого применения противолодочной ракеты „Саброк" (США)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В США, Англии и других странах НАТО большое внимание уделяется развитию военно-морских сил, которым отводится особая роль не только в войне, но и во внешней политике как средству демонстрации военной мощи, диктата и прямого вооруженного вмешательства.

В течение последних 20 лет ВМС США претерпели полное обновление. В настоящее время в их составе насчитывается 4 атомных авианосца и 9 атомных ракетных крейсеров. Количество атомных подводных лодок (без учета стратегических) превысило 75. Согласно намеченной программе в текущем десятилетии общая численность кораблей должна быть доведена до 600.

Широким фронтом ведутся работы по созданию новых, еще более совершенных видов вооружения. В первую очередь это крылатые ракеты "Томагавк", предназначенные для вооружения надводных кораблей и подводных лодок, противокорабельные ракеты "Гарпун", ядерные противолодочные ракеты-торпеды "Саброк". Не остались в стороне и обычные торпеды — главное оружие подводного удара. На их модернизацию расходуются огромные средства. Достаточно сказать, что разработка новой американской торпеды Мк 48 стоила около 2 млрд. долларов.

Действия империалистов, имеющие целью сломать сложившееся равновесие сил и получить военное превосходство, носят чрезвычайно опасный характер. Советские люди, твердо стоящие на позициях мирного сотрудничества со всеми странами и народами, отдают себе отчет в том, насколько важно постоянно проявлять высокую бдительность, принимать действенные меры, направленные на укрепление оборонного могущества нашей страны. Благодаря их самоотверженному труду Вооруженные Силы СССР имеют все необходимые современные виды оружия, наш славный Военно-Морской Флот способен успешно выполнять ответственные боевые задачи в любых районах Мирового океана.

Безгранично преданные партии и своему народу советские военные моряки настойчиво отрабетывают владение боевой техникой, всемерно повышают готовность к отражению возможной агрессии империализма.

Настоящая книга призвана способствовать формированию у личного состава ВМФ общего представления о тактических характеристиках торпедного оружия, условиях его безаварийного обслуживания и правильного боевого применения, возможностях эффективного использования средств противодействия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Белошицкий В. П., Бвгинский Ю. М. Оружие подводного удара. М.: Воениздат, 1960.

Брусенцев Н. А. Военно-морская авиация. М.: Воениздат, 1976.

Военно-морское оружие: Сб. переводных статей. М.: Воениздат, 1965.

Горшков С. Г. Морская мощь государства. М.: Воениздат, 1976.

Грейнер Л. Гидродинамика и энергетика подводных аппаратов: Пер. с англ. Л.: Судостроение, 1978.

Дородных В., Болховской В. Управление движением торпед. — Морской сборник, 1978, № 3.

Дородных В., Поленин В. Боевые информационно-управляющие системы подводных лодок. — Зарубежное военное обозрение, 1976, № 3.

Дородных В., Поленин В. Телеуправление в торпедном оружии. — Морской сборник, 1975, № 6.

Дородных В., Поленин В. Тепловые энергосиловые установки торпед за рубежом. — Морской сборник, 1976, № 11.

Дородных В., Поленин В. Электрические энергосиловые установки зарубежных торпед. — Морской сборник, 1977, № 1.

Квитницкий А. А. Противолодочное оружие и его носители. М.: ДОСААФ, 1973.

Косяченко Ф. К., Шифрин В. М. Состояние и перспективы развития торпедного оружия. — Судостроение за рубежом, 1977, № 5.

Морозов К. В. Минно-торпедное оружие. М.: ДОСААФ, 1974.

Невский Ю. Развитие противолодочного торпедного оружия в странах НАТО. — Морской сборник, 1975, № 9.

Родионов Б. И. Противолодочные силы и средства флотов. М.: Воениздат, 1977.

Суздалев Н. И. Подводные лодки против подводных лодок. М.: Воениздат, 1968.

Теоретические основы торпедного оружия /Г.М. Подобрий, В.В. Белобородый, В.В. Халимонов, А.И. Носов. М.: Воениздат, 1969.

Тучков Ю. Новые торпеды ВМС ФРГ. — Зарубежное военное обозрение, 1977, № 9.

International Defense Review, 1976, № 1.

Navy International, 1973, Vol. 78, № 12.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1. Торпеды — современное боевое оружие

Из истории развития и боевого применения торпед 3
Общие сведения о современных торпедах 5

Глава 2. Боевые свойства торпед

Воздействие подводного взрыва на корабль 9
Боевой заряд и взрыватели 10

Глава 3. Энергосиловые установки торпед

Специфика работы и состав 13
Источники энергии . . . . . —
Двигатели 20
Движители 25

Глава 4. Системы управления движением торпед

Принципы управления движением 27
Системы автономного управления 29
Системы телеуправления 30
Системы самонаведения 32

Глава 5. Некоторые образцы торпед иностранных флотов

Тепловые (парогазовые) торпеды 38
Электрические торпеды 39
Реактивные торпеды 42

Глава 6. Торпедные аппараты и носители торпедного оружия

Торпедные аппараты 43
Носители торпедного оружия 47

Глава 7. Боевое применение торпедного оружия

Боевые управляющие системы 49
Методы боевого применения торпед 50

Заключение 54

Список использованной литературы 55